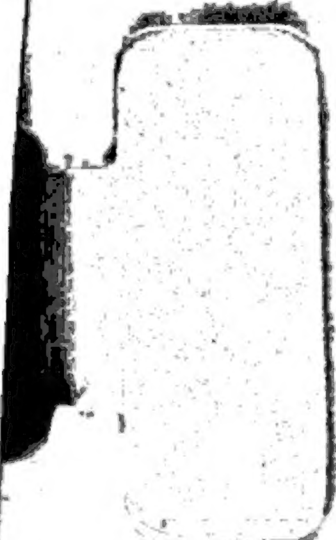
RESEARCH LIBRARIES
3 08403390 5
Digitized by Google



Physikalisches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter

so wohl

nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge

in

alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Carl Fischer

der Philosophie Prof. zu Jena und verschiedener gelehrten Gesellschaften Ehrenmitgliede.

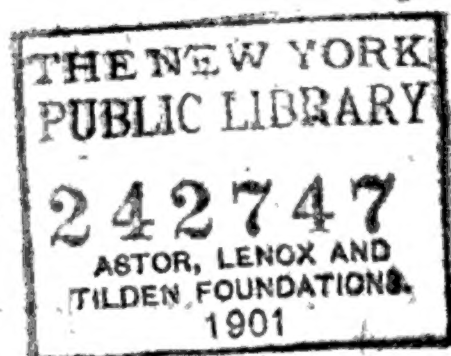
Sechster Theil.

Mit drey Kupfertafeln in Quart.

Göttingen

bey Heinrich Dieterich.

1805.



A.

Abstoßen, Zurückstoßen, Repulsion. So viele Gründe auch die Atomistiker beybringen, die Zurückstoßung der Körpertheile als scheinbar zu halten, und sie bloß aus der Anziehung der Materie zu erklären, so beruhen sie doch auf bloßer Hypothese, die schlechterdings aus den Eigenschaften der Materie nicht abgeleitet werden kann. Anziehen und Abstoßen sind Begriffe, welche der Materie als Materie wesentlich zukommen, und bloß in der Metaphysik erörtert werden können. Der Grund des Abstoßens läßt sich aus der eigentlichen Erfahrung keinesweges herhohlen, d. h. er läßt sich nicht von einer andern Materie herleiten, weil auch diese Anziehung und Abstoßung voraussetzet. Nach der atomistischen Lehre würden wir daher nie auf einen Grund des Anziehens und Zurückstoßens kommen können. Abstoßen ist eine Wirkung der zurückstoßenden Kraft. In der ganzen materiellen Natur lassen sich überhaupt nur zwey bewegende Kräfte gedenken, nämlich Zurückstoßungs- und Anziehungskraft. Denn alle mögliche Bewegung, welche eine Materie einer andern eindrucken kann, muß jederzeit als in der geraden Linie zwischen zweyen Punkten ertheilt angesehen werden. In dieser geraden Linie aber sind nur zweyerley Bewegungen möglich: die eine, dadurch sich jene Punkte von einander entfernen, die zweyte, dadurch sie sich einander nähern. Die Kraft, die die Ursache der erstern Bewegung ist, heißt Zurückstoßungs- und die der zweyten Anziehungskraft.

Da die Erfahrung unläugbar lehret, daß alle Materie einer Zusammendruckung fähig ist, so ist es natürlich, auf die Frage zu kommen, auf welche Art diese Erscheinung möglich seyn könne? Nach der atomistischen Lehre kann die Materie als Materie gar nicht zusammengedruckt werden, und jene Erscheinung kann nicht anders gedacht werden, als in so fern die Materie leere Zwischenräume besitzet; denn die Materie

ist nach diesem Systeme absolut undurchdringlich, und widersteht daher allem Eindringen schlechterdings und mit absoluter Nothwendigkeit. Der Grund dieser Erscheinung liegt folglich bloß auf der Fiktion, daß alle Materie leere Räume in sich enthält, und sie beruht folglich auf keinem physischen Grunde. Könnte man aber beweisen, daß der Materie wesentlich Zurückstoßungskraft zukomme, so würde auch die Undurchdringlichkeit der Materie auf einem physischen Grunde beruhen; denn die zurückstoßende Kraft würde sie selbst, als etwas Ausgedehntes, das seinen Raum erfüllt, allererst möglich machen.

Herr Kant war der erste, welche mit vieler Gründlichkeit zeigte, daß alle Materie ihre Räume durch zurückstoßende Kräfte aller ihrer Theile erfülle, d. i. durch eine eigene Ausdehnungskraft, welche einen bestimmten Grad hat, über welchen kleinere oder größere ins Unendliche gedacht werden können. Denn die Materie erfüllt ihren Raum nicht durch bloße Existenz, sondern durch eine ihr eigene bewegende Kraft, und zwar durch eine solche, die dem Eindringen anderer, d. i. der Annäherung widersteht. Diese ist aber eine zurückstoßende Kraft. Also erfüllet die Materie ihren Raum nur durch zurückstoßende Kräfte, und zwar aller ihrer Theile, weil sonst ein Theil ihres Raumes nicht erfüllt, sondern nur eingeschlossen seyn würde. Nun ist die Kraft eines Ausgedehnten vermöge der Zurückstoßung aller seiner Theile eine Ausdehnungskraft. Mithin erfüllet die Materie ihren Raum nur durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft. Ueber jede gegebene muß ferner eine größere gedacht werden können, denn die, über welche keine größere möglich ist, würde eine solche seyn, wodurch in einer endlichen Zeit ein unendlicher Raum zurück geleget werden würde, welches unmöglich ist. Auch muß unter jeder gegebenen Kraft eine kleinere gedacht werden können; denn die kleinste würde diejenige seyn, durch deren unendliche Hinzuthuung zu sich selbst eine jede gegebene Zeit hindurch keine endliche Geschwindigkeit erzeugt werden könnte, welches aber den Mangel aller bewegenden Kraft bedeutet. Folglich muß unter einem jeden gegebenen Grad einer bewegenden

genden Kraft immer noch eine kleinere gegeben werden können. Daher hat die Ausdehnungskraft, womit jede Materie ihren Raum erfüllt, ihren Grad, der nie der größte oder der kleinste ist, sondern über den ins Unendliche so wohl größere als kleinere können gefunden werden.

Die ausdehnende Kraft einer Materie wird auch die Elasticität genannt. Da nun jene der Grund ist, worauf die Erfüllung des Raums, als eine wesentliche Eigenschaft aller Materie, beruhet, so muß diese Elasticität ursprünglich heißen, weil sie von keiner andern Eigenschaft der Materie abgeleitet werden kann. Demnach ist alle Materie ursprünglich elastisch.

Newton, welcher mit Recht bey seinen Untersuchungen bloß auf Erfahrungen sah, war doch schon genöthiget, stillschweigend zurückstoßende Kräfte anzunehmen. So stellte er in seinen Principien (lib. I. prop. 23.) folgenden unter dem Artikel: **Elasticität**, angeführten Satz auf: in einer flüssigen Materie, welche aus Theilchen, die sich zurückstoßen, besteht, und deren Dichtigkeit sich wie die zusammendruckende Kraft verhält, müssen sich die zurückstoßenden Kräfte der Theilchen im umgekehrten Verhältnisse der Entfernung ihrer Mittelpunkte befinden; und eine Anhäufung von Theilchen, welche einander nach diesem Gesetze zurückstoßen, müsse eine elastische Flüssigkeit ausmachen, deren Dichtigkeit sich wie die zusammendruckende Kraft verhält. Er erinnert aber ausdrücklich, daß er dies bloß als einen mathematischen Satz, nicht aber als eine Erklärung einer physischen Ursache anführe. Noch viel bestimmter redet er von der zurückstoßenden Kraft der elastischen Flüssigkeiten in seiner Optik *), und führt daselbst verschiedene bekannte Erscheinungen an, welche das Daseyn einer solchen Kraft zu beweisen scheinen. Es ist der Mühe werth, diese Stelle hier etwas ausführlicher anzuführen, als unter dem Artikel **Elasticität**, geschehen ist. Er sagt nämlich, so wie in der Algebra die negativen Größen da anfangen, wo die positiven aufhören und verschwinden: so muß in der Mechanik da, wo die Anziehung aufhört, eine zurückstoßende

*) Optice. Lausan. 1740. 4. p. 321.

stoßende Kraft an deren Stelle treten. Das Daseyn einer solchen Kraft scheint aus der Zurückwerfung und Beugung des Lichtes zu folgen; denn in beyden Fällen wird der Strahl von dem Körper ohne unmittelbare Berührung zurückgestoßen. Auch scheint dieß aus dem Ausflusse des Lichtes zu folgen; denn sobald ein Lichtstrahl aus einem leuchtenden Körper durch vibrirende Bewegung seiner Theile in Erschütterung gebracht und aus seiner anziehenden Sphäre herausgekommen ist, so pflanzt er sich mit ungemeiner Schnelligkeit fort. Ferner erscheint es auch aus der Erzeugung der Luft und der Dämpfe zu folgen; denn die durch Hitze und Ausbrausen aus den Körpern getriebenen Theilchen entfernen sich, sobald sie aus dem Wirkungskreise der Anziehung des Körpers heraus sind, von ihm und von einander selbst mit großer Gewalt, und fliehen die Rückkehr, so daß sie bisweilen, wohl 10, 100, 1000 mahl mehr Raum einnehmen, als vorher, da sie noch die Gestalt eines dichten Körpers hatten. Eine so ungemeine Zusammenziehung und Ausdehnung kann man sich kaum denken, man mag sich die Lufttheilchen als elastisch, oder in einander verflochten, oder wie Reifen, oder sonst, wie man will, vorstellen, wenn sie nicht eine zurückstoßende Kraft besitzen, mit welcher sie einander fliehen. Die Theilchen der flüssigen Körper, welche keinen großen Zusammenhang unter sich zeigen, und so klein sind, daß sie sehr leicht in Bewegung versetzt werden können, werden schon durch eine gelinde Wärme verdünnt und flüchtig gemacht, da hingegen die gröbern Theile der dichtern Körper, welche unter sich stärker zusammenhangen, eine weit größere Wärme erfordern, ehe sie verflüchtiget werden. Solche Körper, welche durch das Aufbrausen verdünnt werden, verwandeln sich in wahre und bleibende Luft; und eben diese Theilchen, welche bey der Berührung derselben so fest zusammenhängen, gehen jetzt mit der größten Gewalt auseinander, und lassen sich sehr schwer wieder zusammenbringen. Und weil die Theilchen einer wahren und dauerhaften Luft gröber sind, und aus dichtern Körpern erzeugt werden, als die Theilchen der Dämpfe, so läßt es sich leicht begreifen, daß die wahre Luft, bey sonst übri-

gens

gens gleichen Umständen, ein größeres Gewicht besitzt, als die Dämpfe, und daher die feuchte Atmosphäre viel leichter, als die trockene ist. Ferner scheint es, daß es eben der zurückstoßenden Kraft zuzuschreiben sey, daß die Fliegen auf dem Wasser laufen können, ohne ihre Füße naß zu machen.

Newton's Schüler und Nachfolger waren noch weiter, als Newton selbst, gegangen; verschiedene von ihnen hatten nämlich behauptet, daß der Materie überhaupt anziehende und zurückstoßende Kraft wesentlich zukomme. Da sie aber größten Theils Atomistiker waren, und zuletzt alle Naturerscheinungen auf gewisse Fiktionen zurückführen mußten, so entstanden hierüber Streitigkeiten und Hypothesen, aus welchen Anziehung und Zurückstoßung sich herleiten lassen sollten. Bloß empirische Grundsätze gelten zu lassen, hielten sie mit Recht der apodictischen Gewißheit, die sie ihren Naturgesetzen geben wollten, gar nicht gemäß, daher sie solche lieber postulirten, ohne nach ihren Quellen a priori zu forschen.

Es hat daher Kant ein wirklich sehr groses Verdienst, von dem reinen Theile der Naturwissenschaft, wo metaphysische und mathematische Constructionen durch einander zu laufen pflegen, die erstere, und mit ihnen zugleich die Principien der Construction dieser Begriffe, also der Möglichkeit einer mathematischen Naturlehre selbst, in einem Systeme dargestellt zu haben. Nach diesem Systeme ist nun durch den vorigen Beweis erwiesen, daß jeder Materie wesentlich zurückstoßende Kraft zukomme, welche also eine ausdehnende Kraft ist.

Weil über jede ausdehnende Kraft eine größere bewegende Kraft gefunden werden kann; diese aber auch jener entgegen zu wirken vermögend ist, wodurch sie alsdann den Raum der letztern verengen würde, den diese zu erweitern trachtet, in welchem Falle die erstere eine zusammendruckende Kraft heißen würde; so muß auch für jede Materie eine zusammendruckende Kraft gefunden werden können, die sie von einem jeden Raum, den sie erfüllt, in einen engern Raum zu treiben vermag. Da hier von der zurückstoßenden Kraft, welche der Materie wesentlich zukommt, die Rede ist, so läßt sich auch ohne wei-

tern Beweis voraussetzen, daß sie desto stärker entgegen wirken müsse, je mehr sie in die Enge getrieben werde. Daher muß dasselbe Quantum von ausspannenden Kräften in einen engern Raum gebracht in jedem Punkte desselben so viel stärker zurücktreiben, so viel umgekehrt der Raum kleiner ist, in welchem ein gewisses Quantum von Kraft seine Wirksamkeit verbreitet.

Eine Materie, so groß auch ihre druckende Kraft gegen eine andere Materie ist, kann zwar diese ins unendliche zusammendrucken, aber nie dieselbe durchdringen d. h. den Raum ihrer Ausdehnung völlig aufheben. Denn eine ursprüngliche Kraft, womit eine Materie sich über einen gegebenen Raum, den sie einnimmt, allerwärts auszudehnen trachtet, muß in einen kleineren Raum eingeschlossen, größer, und in einen unendlich kleinen Raum zusammengepreßt unendlich seyn. Nun kann für jede ausdehnende Kraft der Materie eine größere zusammendruckende gefunden werden, welche diese in einen engern Raum zwingt, und so ins Unendliche. Zum Durchdringen der Materie aber würde eine Zusammentreibung derselben in einen unendlich kleinen Raum, mithin eine unendlich zusammendruckende Kraft erfordert, welche unmöglich ist. Also kann eine Materie durch Zusammendruckung von keiner andern durchdrungen werden.

Da nun die zurückstoßende Kraft einer Materie einen Grad hat, welcher überwältigt, mithin den Raum der Ausdehnung verringert, d. i. in denselben bis auf ein gewisses Maß von einer gegebenen zusammendruckenden Kraft eingedrungen werden kann, jedoch so, daß die gänzliche Durchdringung unmöglich ist; so muß auch die Erfüllung des Raums nur als relative Undurchdringlichkeit angesehen werden, d. i. als solche, welche auf dem Widerstande beruhet, die mit den Graden der Zusammendruckung proportionirlich wächst.

Weil die einander berührenden Theile einer den Wirkungsraum der andern begränzen, und die zurückstoßende Kraft keinen entferntern Theil bewegen kann, ohne vermittelst

telst der dazwischen liegenden, und eine quer durch diese gehende unmittelbare Wirkung einer Materie auf eine andere durch Ausdehnungskräfte unmöglich ist, so sieht man leicht, daß die Zurückstoßungskraft, vermittelst deren die Materie einen Raum erfüllt, nur in der gemeinschaftlichen Fläche der Berührung der Materien unmittelbar auf einander wirken kann.

Wenn nun die Frage entstehet, nach welchem Gesetze der unendlich kleinen Entfernungen (welche nach der bisherigen Erörterung den Berührungen gleich gelten,) eine ursprüngliche repulsive Kraft in verschiedenen Entfernungen wirke? so läßt sich darauf antworten, daß man unmöglich diese Kraft durch divergirende Zurückstoßungsstrahlen aus dem angenommenen repellirenden Punkte (in der bloß mathematischen Vorstellung,) vorstellig machen könne, obgleich die Richtung der Bewegung ihn zum terminus a quo hat, weil der Raum, in welchem die Kraft verbreitet seyn muß, um in der Entfernung zu wirken, ein körperlicher Raum ist, welcher als erfüllt gedacht werden soll (wovon die Art, wie nämlich ein Punkt durch bewegende Kraft dieses d. i. dynamisch, einen Raum körperlich erfüllen könne, freylich keiner weitern mathematischen Darstellung fähig ist,) und divergirende Strahlen aus einem Punkte die repellirende Kraft eines körperlichen erfüllten Raumes unmöglich vorstellig machen können; sondern man würde die Zurückstoßung, bey verschiedenen unendlich kleinen Entfernungen dieser einander treibenden Punkte, schlechterdings bloß im umgekehrten Verhältnisse der körperlichen Räume, die jeder dieser Punkte dynamisch erfüllt, mithin den Cubus der Entfernungen derselben von einander, schätzen, ohne sie construiren zu können.

Wenn daher Mathematiker die repulsiven Kräfte der Theile elastischer Materien, bey größerer oder kleinerer Zusammendruckung derselben, als nach einer gewissen Proportion ihrer Entfernungen von einander abnehmend oder zunehmend sich vorstellen, z. B. daß die kleinsten Theile der Luft sich im umgekehrten Verhältnisse ihrer Entfernungen

von einander zurückstoßen, weil die Elasticität derselben in umgekehrten Verhältnisse der Räume steht, darin sie zusammengedruckt werden; so verfehlet man gänzlich ihren Sinn, und mißdeutet ihre Sprache, wenn man das, was zum Verfahren der Construction eines Begriffs nothwendig gehört, dem Begriffe im Objekte selbst beylegt. Denn nach jenem kann eine jede Berührung als eine unendlich kleine Entfernung vorgestellt werden; welches in solchen Fällen auch nothwendig geschehen muß, wo ein großer oder kleiner Raum durch eben dieselbe Quantität der Materie, d. i. einerley Quantum repulsiver Kräfte, als ganz erfüllt vorgestellt werden soll. Bey einem ins unendliche Theilbaren darf darum dennoch keine wirkliche Entfernung der Theile, die bey aller Erweiterung des Raums des Ganzen immer ein Continuum ausmachen, angenommen werden. Hier tritt aber eine Schwierigkeit ein, welche darin besteht, daß, wenn ein Punkt durch repulsive Kraft unmittelbar keinen andern treiben kann, ohne zugleich den ganzen körperlichen Raum bis zu der gegebenen Entfernung durch seine Kraft zu erfüllen, dieser alsdann, wie zu folgen scheinet, mehrere treibende Punkte enthalten müßte, welches der Voraussetzung widerspricht. Es ist aber ein Unterschied zwischen dem Begriffe eines wirklichen Raums, der gegeben werden kann, und der bloßen Idee von einem Raume, der lediglich zur Bestimmung des Verhältnisses gegebener Räume gedacht wird, in der That aber kein Raum ist, zu machen. In dem Falle einer vermeinten physischen Monadologie sollten es wirkliche Räume seyn, welche von einem Punkte dynamisch, nämlich durch Zurückstoßung, erfüllt wären; denn sie existirten, als Punkte, vor aller daraus möglichen Erzeugung der Materie, und bestimmten durch die ihnen eigene Sphäre ihrer Wirksamkeit den Theil des zu erfüllenden Raums, der ihnen angehören könnte. Daher kann in gedachter Hypothese die Materie auch nicht als unendlich theilbar und als Quantum continuum angesehen werden; denn die Theile, welche einander unmittelbar zurückstoßen, haben doch eine bestimmte

Entfer-

Entfernung von einander, nämlich die Summe der Halbmesser der Sphäre ihrer Zurückstoßung; dagegen, wenn man die Materie als stetige Größe denkt, ganz und gar keine Entfernung der einander unmittelbar zurückstoßenden Theile statt findet, folglich auch keine größer oder kleiner werdende Sphäre ihrer unmittelbaren Wirksamkeit. Nun können sich aber Materien ausdehnen, oder zusammengedruckt werden, wie die Luft, und da stellte man sich eine Entfernung ihrer nächsten Theile vor, die da abnehmen und wachsen können. Weil aber die nächsten Theile einer stetigen Materie einander berühren, sie mag nun weiter ausgedehnt oder zusammengedruckt seyn, so denkt man sich jene Entfernungen von einander als unendlich klein, und diesen unendlich kleinen Raum als im größern oder kleinern Grade von ihrer Zurückstoßungskraft erfüllt vor. Der unendlich kleine Zwischenraum ist aber von der Berührung gar nicht verschieden, also nur die Idee vom Raume, die dazu dient, um die Erweiterung einer Materie, als stetiger Größe, anschaulich zu machen, ob sie zwar wirklich, so, gar nicht begriffen werden kann. Wenn es daher heißt: die zurückstoßenden Kräfte der einander unmittelbar treibenden Theile der Materie stehen im umgekehrten Verhältnisse der Würfel ihrer Entfernungen, so bedeutet das nur: sie stehen im umgekehrten Verhältnisse der körperlichen Räume, die man sich zwischen Theilen denkt, die einander dennoch unmittelbar berühren, und deren Entfernung eben darum unendlich klein genannt werden muß, damit sie von aller wirklichen Entfernung unterschieden werde. Man muß also aus den Schwierigkeiten der Construction eines Begriffs, oder vielmehr aus der Mißdeutung derselben, keinen Einwurf wider den Begriff selbst machen; denn sonst würde er die mathematische Darstellung der Proportion, mit welcher die Anziehung in der Entfernung geschiehet, eben so wohl, als diejenigen, wodurch ein jeder Punkt in einem sich ausdehnenden oder zusammengedruckten Ganzen von Materie den andern unmittelbar zurückstößt, treffen. Das allgemeine Gesetz der Dynamik würde in beyden

den Fällen dieß seyn: die Wirkung der bewegenden Kraft, die von einem Punkte auf jeden andern außer ihm ausgeübt wird, verhält sich umgekehrt wie der Raum, in welchem dasselbe Quantum der bewegenden Kraft sich hat ausbreiten müssen, um auf diesen Punkt unmittelbar in der bestimmten Entfernung zu wirken.

Aus dem Gesetze der ursprünglich einander zurückstoßenden Theile der Materie im umgekehrten Verhältnisse des Würfels ihrer unendlich kleinen Entfernungen müßte also nothwendig ein ganz anderes Gesetz der Ausdehnung und Zusammendrückung derselben, als das mariottische der Luft folgen; denn dieses beweiset fliehende Kräfte ihrer nächsten Theile, die im umgekehrten Verhältnisse ihrer Entfernungen stehen, wie Newton beweiset. Allein man kann die Ausdehnungskraft der letztern auch nicht als die Wirkung ursprünglich zurückstoßender Kräfte ansehen, sondern sie beruhet auf der Wärme, die nicht bloß als eine in sie eingedrungene Materie, sondern allem Ansehen nach durch ihre Erschütterungen die eigentlichen Lufttheile, denen man überdem wirkliche Entfernungen von einander zugestehen kann, nöthiget, einander zu fliehen. Daß aber diese Bebungen der einander nächsten Theile eine Fliehkraft, die im umgekehrten Verhältnisse ihrer Entfernung stehet, ertheilen müsse, läßt sich nach den Gesetzen der Mittheilung der Bewegung durch Schwingung elastischer Materien wohl begreiflich machen.

M. s. Kant Anfangsgründe der metaphysischen Naturwissenschaft. Riga. 1787. 8. an versch. Stellen.

Abweichung der Magnetnadel. Zus. zu Th. I. S. 36. Herr **Burkhardt** zu Paris hat eine Formel gefunden, welche die Abweichungen der Magnetnadel zu Paris, seit 1580. darstellt. Es ergibt sich daraus, daß die Abweichungsperiode zu Paris von 860 Jahren ist, daß die größte westliche 30°, 4′ beträgt, welche 1878 vorhanden seyn wird, und die größte östliche sich nur bis 23° erstreckt.

S. 37.

§. 37. Herr **Macdonald** *) hat über die tägliche Veränderung der Magnetnadel im Fort Marlborough, auf der Insel Sumatra, Beobachtungen angestellt. Er hatte zu dieser Absicht ein eigenes kleines Gebäude, wovon alles Eisen entfernt war, für die Mittagslinie eingerichtet. An diese Linie wurde eine Büchse mit ausgespannten Haaren, des Tages dreymahl gebracht. Wenn man diese Haare durch ein Glas von oben betrachtete, und sie einander selbst und die Mittagslinie bedeckten, so konnte man darauf rechnen, daß die Längenachse der Büchse auf den Nullpunkt traf. Eine fein getheilte platte Scale war am Südpunkt der Nadel angebracht.

Aus den Beobachtungen selbst ergab sich, daß die tägliche östliche Abweichung von 7 Uhr Morgens bis 5 Uhr Abends zunehmend; von hier aber bis 7 Uhr Morg. abnehmend war. Es zeigte sich im Allgemeinen, daß während der Gewitter die tägliche Veränderung größer war, als sie unter übrigens gleichen Umständen hätte seyn müssen. Eben so war zu bemerken, daß die Hitze die magnetische Kraft schwächte, und die Kälte sie verstärkte. Herr **Macdonald** sucht diese Veränderungen aus der Halley'schen Hypothese von 4 Polen in so fern zu erklären, daß er annimmt, daß der eine Pol früh, und ein anderer Nachmittags mehr erwärmt werde, woraus sich auch der Umstand mit den Beobachtungen vereinigen ließe, daß die vormittägigen Veränderungen geringer waren, als die nachmittägigen. Die Beobachtungen selbst hat er in eine Tafel gebracht.

Adhäsion. Zus. zu Th. I. S. 43. Herr **Guyton-Morveau** hatte in dem Artikel *affinité* der neuen encyclopédie methodique jene allgemeine Kraft, von welcher alle freywillige Bewegungen, Bildungen und Veränderungen der Naturkörper herrühren, die Attraction in Adhäsion, Cohäsion und Affinität oder chemische Anziehung eingetheilet, und unter dem Artikel adhésion eine Reihe von Versuchen aufgezählet, welche nach Herrn **Carradori** keineswegs durch das Phänomen der Adhäsion sich erklären lassen. Letzterer

*) Philos. Transact. for the year 1796. P. II.

terer *) bemerket, daß sich die Adhäsion vorzüglich schön in den Versuchen mit öhligen Flüssigkeiten, welche sich auf der Oberfläche des Wassers ausbreiten, zeigt, und welche, wie er glaubet, noch niemand einer genauern Betrachtung gewürdiget habe. Nach seiner Meynung ist die Erscheinung, wo sich das Quecksilber mit den Oberflächen der Metalle vereiniget, noch keine Adhäsion, weil das Quecksilber vermögend ist, sie, wie das Wasser die Salze, anzugreifen und aufzulösen. Aus diesem Grunde, sagt er, sind Guyton-Morveau's Versuche mit diesen Substanzen untauglich, die Kraft der Adhäsion und ihre Grade zu zeigen. Die Flächenanziehung sey bis jetzt noch sehr schlecht bearbeitet worden. Er hat durch Thatsachen zu zeigen sich bemühet, daß die wahre Adhäsion oder Flächenanziehung ihre Sättigungspunkte und Grade so gut habe, wie die chemische Anziehung oder die Wahlverwandtschaft:

1) Die öhligen oder gummiresinösen Flüssigkeiten breiten sich auf der Oberfläche des Wassers mit der größten Geschwindigkeit aus, und überziehen dieselbe mit einem sehr zarten Schleyer; sie thun dieß selbst dann, wenn sie specifisch schwerer sind als Wasser. Auch feste Substanzen, in welchen ein Oehl, Harz oder Gummiharz in Menge zugegen ist, breiten sich, wenn sie pulverisiret sind, und wenn auch ihr specifisches Gewicht das des Wassers übertrifft, auf gleiche Weise auf demselben aus.

Diese Körper adhäriren bloß dem Wasser; sie haben keine Cohäsion oder Aggregations- oder chemische Anziehung zu ihm; denn sie lösen sich nicht in demselben auf, und vermischen sich selbst nur schwer damit.

2) Bloß das Wasser gibt mit jenen Substanzen diese Phänomene. Er hatte Oehl, Saft von der Wolfsmilch u. s. f. auf Wein, auf Essig u. s. w. gebracht, der Versuch gelang aber nicht, noch weniger gelang er auf Weingeist.

Also

*) Annali di chimica e storia naturale owero raccolta di memorie sulle scienze arti e manufatturo ad esse relative, del Citt. L. *Brugnatelli* Tom. XVII. Pavia 1798. p. 104–113. übers. in Voigts Magazin der Naturk. B. II. St. 1. p. 87. f.

Also bloß zwischen dem Wasser und den öhligen oder harzigen Substanzen jeder Art, sie seyn fest oder flüssig, hat die Adhäsion oder Flächenanziehung Statt.

3) Hat eine von diesen festen oder flüssigen Substanzen durch ihre Verbreitung eine bestimmte Fläche des Wassers, ohne einige Rücksicht auf die Menge oder Höhe der Säule der Flüssigkeit, überzogen, so dehnt sie sich nicht weiter aus, sondern verbleibt, wenn sie specifisch leichter, als das Wasser ist, im Gefäß zu Boden.

Hieraus sieht man, daß nach der Sättigung der Anziehung jener Wasserfläche mit allen dem Oehl oder Harz, was sie aufzunehmen im Stande ist, das Ueberflüssige nicht ferner angezogen wird, sondern seiner Schwere überlassen, entweder auf der Flüssigkeit ruhig zurückbleibt oder, wenn es specifisch schwerer als das Wasser ist, in ihm zu Boden fällt.

4) Die Quantität der festen oder flüssigen Substanz, welche sich auf dem Wasser ausbreitet, und die Geschwindigkeit, mit der es geschieht, ist beständig der Oberfläche des Wassers, auf der sie sich verbreiten muß, proportional. So breitet sich z. B. ein Tropfen Olivenöhl auf dem Wasser eines kleinen Gefäßes sehr schwer und langsam aus, da hingegen, wenn der Versuch in einer großen Kufe oder auf einem kleinen See angestellet wird, er sich sehr weit und mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit verbreitet.

Stellt man diesen Versuch in einer Kufe oder in einem andern Behälter mit Wasser, welches eine große Oberfläche hat, und statt des Oehls, mit dem milchartigen Saft der Wolfsmilch, an, so ist es sehr angenehm zu bemerken, wie, wenn man eine kleine Quantität desselben vorsichtig auf die Oberfläche des Wassers bringt, sie sich über die ganze Fläche verbreitet, und dieselbe mit einem sehr feinen Schleyer überzieht; verfährt man hingegen hierbey auf eine stürmische Art, so schlägt sich der größte Theil davon in Gestalt zarter und schlänglicher Fäden zu Boden. Das Nämliche folget, wenn man, statt die Stengel der Wolfsmilch außer dem Wasser abzuschneiden oder abzureißen, und darauf das abgeschnittene Ende an die

Ober-

Oberfläche des Wassers zu bringen, diese Operation unter dem Wasser verrichtet; dann schlägt sich aller aus dem Stengel fließende Saft in Gestalt feiner Fäden zu Boden, ohne sich in dem Wasser aufzulösen oder sich auch nur damit zu vermischen.

5) Bringt man nachdem man auf das Wasser bereits einen kleinen Antheil irgend einer öhligen Flüssigkeit gebracht hat, hierauf etwas von einer andern auf dasselbe, befindet sich z. B auf dem Wasser eines kleinen Gefäßes bereits ein Tropfen Olivenöhl, und bringt man jetzt einen Tropfen Wolfsmilch (oder auch einen kleinen Antheil Waizenmehl oder das Mehl von irgend einem andern Getreide,) darauf, so bemerkt man, wie das Oehl dem Wolfsmilchsaft Platz macht, welcher sich jetzt statt seiner auf dem Wasser ausbreitet, um ihm zu adhäriren; das Oel aber, dessen Verwandtschaft jetzt zu dem Wasser aufgehört hat, sammelt sich in kleine Kügelchen, und zieht sich an die Wände des Gefäßes zurück.

Dieser Versuch beweiset also, daß die eine von diesen beyden Flüssigkeiten eine stärkere Anziehung zur Oberfläche des Wassers habe, als die andere, welche durch jene vertrieben, jetzt bloß ihrer Aggregationskraft gehorchte.

Bringt man auf die Oberfläche des in einem Glase enthaltenen Wassers einen Tropfen Olivenöhl, so breitet er sich ein wenig aus, und nimmt eine zirkelrunde Gestalt an; bringt man hierauf etwas Waizenmehl nach und nach auf dieselbe, so wird man sehen, wie sich in dem Verhältnisse als sich das Mehl ausbreitet, der Umfang des Oehls verkleinert, und dieses sich in eine Blase zusammenziehet, die die Gestalt einer im Wasser aufgehangenen Kugel zeiget. Die stärkere Verwandtschaft des Mehls zu dem Wasser nöthigte also auch hier das Oehl, ihm die ganze Oberfläche des Wassers abzutreten, welches in obiger Gestalt auf derselben zurückbleiben mußte, da es nicht in ihr zu Boden fallen konnte.

6) Es läßt sich für die Adhäsion oder Flächenanziehung eine ähnliche Skale oder Tabelle verfertigen, als für die chemische Anziehung, nach welcher einige Substanzen, die sich auf der Oberfläche des Wassers verbreiten, stärker von ihm ange-

angezogen werden, als andere, welche folglich von jenen, wenn sie vorher derselben adhärirten, aus der Stelle getrieben werden. Diese Tafel ist zwar klein, aber nach Carradori's Versicherung zuverlässig. Fängt man von dem niedrigsten Grade der Flächenanziehung, welche die öhligen Substanzen zu dem Wasser haben, an, so ist die Ordnung folgende:

Fixe oder fette Oele.

Mehl von Getreide oder Hülsenfrüchten.

Flüchtige Oele, oder milchartige Säfte der Pflanzen und vorzüglich der Wolfsmilch.

Man nehme ein Glas oder anderes Gefäß mit reinem Wasser, und bringe auf dieses etwas Olivenöhl; dieß wird sich auf der Oberfläche desselben zum zartesten Schleyer ausdehnen. Hierauf werfe man einen kleinen Antheil Mehl von Waizen oder einem andern Getreide oder Hülsenfrucht darauf; man wird sogleich das Oehl sich auf die Seite ziehen, und dem Mehl Platz machen sehen, welches statt seiner die Fläche des Wassers mit einem zarten Häutchen überzieht. Bringt man jetzt, wenn das Gefäß nicht zu klein ist, einen Tropfen flüchtiges Oehl der Wolfsmilchsaft darauf, so wird sich dieser ausbreiten, und sowohl das Oehl als das Mehl aus seiner Stelle treiben; letzteres wird bisweilen hierdurch in einen so kleinen Raum gebracht, daß es im Gefäß zu Boden fällt, welches nicht geschieht, wenn man zuvor Wolfsmilchsaft auf das Wasser gethan hat, und dann Waizenmehl darauf schüttet u. s. w. Auch ist es ihm geschienen, daß der Grad der Adhäsion des Mehls nicht so verschieden von dem der flüchtigen Oehle oder des Saftes der Wolfsmilch an dem Wasser sey, als es der der fixen Oehle von dem des Wolfsmilchsaftes ist, indem alle milchartigen Säfte der Wolfsmilch und Mehlarten der Getreidesamen und Hülsenfrüchte das Oehl von der Oberfläche des Wassers zurücktreiben, die genannten Mehle aber, sich etwas auf der Oberfläche des Wassers ausbreiten, die der Wolfsmilchsaft vorher eingenommen hat, umgekehrt aber der Wolfsmilchsaft weit stärker und schneller auf der von dem Mehl eingenommenen Wasserfläche sich verbreitet.

Außer

Außer vielen Folgerungen, welche **Carradori** aus diesen Thatsachen gezogen hat, bemerkt er vorzüglich, daß die Adhäsion nicht, wie **Guyton-Morveau** sagt, die erste Wirkung oder der erste Moment der chemischen Affinität sey. Es sey irrig, daß die Affinität ein Grad der Adhäsion sey, der fähig ist, Auflösungen hervorzubringen, und eben so unmöglich sey es, die Verhältnisse der Affinität, wie derselbe **Guyton-Morveau** meine, nach den Verhältnissen der Adhäsion zu schätzen; denn die fetten oder fixen Oehle hätten weder Cohäsion noch chemische Anziehung, oder Wahlverwandtschaft, mit der Masse des Wassers, und doch habe man gesehen, daß sie sich auf dem Wasser mit einer unglaublichen Geschwindigkeit ausbreiteten.

Aggregatform, Form der Aggregation (N. A.) heißt diejenige Gestalt der Körper, welche selbige unter gewissen Umständen freywillig annehmen, und als ein homogenes Ganzes erscheinen. Hier nach theilet man die Körper überhaupt in drey Arten ab: 1) in feste Körper, 2) in liquide oder tropfbar-flüssige Körper, und 3) in expansible oder elastisch-flüssige Körper. Bey den uns bekannten festen Körpern findet man eine ungemein große Verschiedenheit ihrer Formen, welche von dem wechselseitigen Anziehen der Theile in der Berührung hergeleitet werden müssen. Bey der Erzeugung der festen Körper scheinet eine dazu nöthige Feuchtigkeit eine wichtige Rolle zu spielen, und gleichsam das Bindungsmittel der Theile zu seyn, welche den festen Körper bilden. Es scheinen also bey der Entstehung der festen Körper chemische Kräfte im Spiele zu seyn, und sie kann daher keinesweges, wie **Gren** glaubte, von dem wechselseitigen Einflusse der dynamischen Kräfte, der Anziehung und Repulsion, und ihrer respectiven Intensität in den verschiedentlichen einfachen und zusammengesetzten Stoffen hergeleitet werden. So entstehen die mancherley Gestalten und Formen der verschiedenen Salze durch die Abdampfung, und die unendlich vielfältigen Krystallisationen der Mineralien durch Einwirkung der Flüssigkeiten in der Natur. Uebrigens

s sind die festen Körper, in Rücksicht ihrer verschiedenen
tände, harte oder starre, zähe, dehnbare, streckbare,
de und elastische Körper, von welchen allen eigene Ar-
handeln.

Was die flüssigen Körper betrifft, so nehmen die liquiden
tropfbar flüssigen in kleinen Theilen die vollkommene
gelgestalt an, als ein Beweis, daß ihre kleinsten Theile
ie genaueste Berührung kommen, und daher gegen die
eine Meinung mit der größtmöglichen Kraft zusam-
hangen. Nach Herrn Gren's Meynung haben alle
fbar flüssige Körper, die wir kennen, diese Form ihrer
regation, nicht ihren ursprünglichen Grundkräften zu dan-
sondern würden durch diese vielmehr sämmtlich feste
per seyn. Ihre Liquidität sey mitgetheilt, sey Folge des
lusses des expansibeln Wärmestoffs. So habe also der
rmestoff durch seine expansive Kraft Antheil an der Her-
ringung der Form aller schweren expansibeln und aller li-
en Körper. Allein ich habe schon vorhin bemerkt, daß
Körper außer den dynamischen Grundkräften noch einer
anderen Erklärungsart bedürfen, und es ist der Erfah-
keinesweges entgegen, ursprünglich flüssige Materien
nehmen. Denn es können einfache Stoffe in ihrer in-
en oder chemischen Verbindung flüssige Materien her-
ringen, ja es können diese selbst einfach seyn.

Die dampfförmigen Flüssigkeiten hingegen haben die
n ihrer Aggregation bloß der Einwirkung der Wärme
erdanken, und verlieren sie durchs Zusammenpressen, so
durch Kälte; ihre Theile treten alsdann wieder zu liqui-
oder festen Körpern zusammen.

Die luftförmigen Flüssigkeiten endlich behalten bey jedem
de der Zusammendruckung ihre elastische Form, so wie
jedem uns bekannten Grade der Kälte. Es ist wohl
m Zweifel unterworfen, daß diese bloß chemische Pro-
e aus einer gewissen wägbaren Grundlage mit dem Wär-
offe sind. Wir müssen daher ihre Elasticität keinesweges
ine von der Wärmematerie ihnen mitgetheilte Elasticität

betrachten; denn jede Materie ist ursprünglich elastisch, obgleich die Einwirkung der Wärme bey ihnen manche Modificationen hervorbringen kann. Herr **Gren** leitet also mit allem Unrechte die Elasticität aller elastischen Flüssigkeiten bloß von der Einwirkung der Wärmematerie her.

Apatit (N. A.). Man hat diesen Nahmen einem Steine gegeben, welcher in Gestalt sechsseitiger Säulen oder Tafeln vorkommt, und in den Gruben zu Ehrenfriedersdorf in Sachsen und zu Schlaggenwalde in Böhmen bricht. Gemeiniglich ist er mit crystallisirtem Quarze und Flußspathe vermengt. Nach der Untersuchung des Herrn **Klaproth's** enthält er 0,55 Kalkerde und 0,45 Phosphorsäure. Dieser Apatit findet sich in ursprünglichen Gebirgen; seine Härte ist = 800.

Herr **Proust** hat in den Kalkbergen von Estremadura ein Mineral entdeckt, das dem sächsischen Apatit sehr ähnlich ist; es macht in diesen Bergen sehr ansehnliche Lagen aus, die sich mehrere französische Meilen weit erstrecken, es hat aber keine crystallinische Gestalt, und ist nicht so rein, als die Apatiten, die in Sachsen und Böhmen brechen; auch weicht es in Ansehung der Bestandtheile von diesen ab; denn die Herren **Pelletier** und **Donadei** haben Phosphorsäure 0,34, Flußspathsäure 0,02½, Salzsäure 0,00½, Luftsäure 0,01, Kalkerde 0,59, Kieselerde 0,02 und Eisenkalk 0,02 darin gefunden. Es ist also aus mehreren Erden und mehreren Säuren zusammengesetzt, doch hat die Phosphorsäure darin die Oberhand.

Aräometer. Zus. zu Th. I. S. 120. Herr **Say** *) hat eine ganz neue Einrichtung eines Aräometers erfunden, welche sich durch die Art, wie damit das specifische Gewicht der Körper bestimmt wird, von allen übrigen wesentlich unterscheidet. Hierbey kommt der abzuwägende Körper mit keiner tropfbaren Flüssigkeit in Berührung, welches bey allen übrigen Aräometern geschehen muß, um dadurch das Gewicht eines

mit

*) Annales de chimie, an V. n. 67. p. 1-27. in Gilbert's Annal. der Physik B. II. S. 230. f.

mit dem Körper gleichen Volumens der Flüssigkeit zu finden, und erhält dadurch den Vortheil, viele Stoffe, die bey solchen Berührungen verändert werden würden, mit Leichtigkeit zu behandeln. Die Stelle einer solchen Flüssigkeit vertritt hier die Luft, und das Wesentliche dieser Einrichtung beruht darauf, das Volumen eines Körpers mittelst der Luftmasse, die er aus der Stelle druckt, zu messen.

Dieses neue Aräometer besteht aus einem weitern cylindrischen Gefäße (fig. 1.) a, worauf ein Deckel aus Spiegelglas m genau paßt, und aus einer dünnen Röhre b, die man von so gleichem Durchmesser, wie nur immer möglich, aussuchen muß. Der Rand des weitern Gefäßes ist abgeschliffen, damit es sich durch den Deckel, wenn er dünn mit Fett überzogen wird, luftdicht verschließen lasse. Auf die Röhre ist in ihrer ganzen Länge eine doppelte Skale aufgeklebt. Die eine zeigt gleiche Abschnitte der ganzen Röhre; die andere, die durch Versuche gefundene Capacität nach einem gewissen Maße der Röhre bis zu jeder Höhe. Die letztere wäre überflüssig, wenn man eine durchaus gleichförmige Röhre haben könnte.

Beym Gebrauche versenkt man das Instrument bis auf bestimmte Höhen dieser Skalen in ein cylindrisches Gefäß, das unter einem kleinen Gerüste steht und mit Quecksilber gefüllt ist. Das Instrument selbst hängt an einer Schnur, welche über eine Rolle des Gerüstes geschlagen wird. Ehe man es mit der Deckplatte m verschließt, läßt man es bis zum Punkte c in das Quecksilber hinab, welches dann auch in der Röhre bis dahin steigt. Darauf deckt man das weitere Becken n n mit der Deckplatte m luftdicht zu, da dann die darin eingeschlossene atmosphärische Luft vom jedesmahligen Gewichte der Atmosphäre zusammen gedruckt wird. Diesen Druck mißt die Barometerhöhe, welche durch a ausgedruckt seyn soll. Hierauf zieht man das Instrument an der Schnur bis zum Punkte e der Röhre in die Höhe. Da das Gefäß luftdicht verschlossen ist, so sinkt das Quecksilber in der Röhre nicht bis e, d.h. bis zur Fläche des übrigen Quecksilbers, hinab, son-

dern nur bis d, und diese Quecksilbersäule d e, welche durch die gleichtheilige Skale an der Röhre gemessen wird, gibt an, um wie viel die in dem Instrumente eingeschlossene verdünnte Luft schwächer als die atmosphärische drucket. Die Luft im Innern des Instrumentes hat sich um den Inhalt der Röhre von c bis d ausgedehnt; dieser Raum c d, welcher durch γ ausgedruckt werden soll, wird durch die zweyte Skale gemessen.

Nach dem bekannten mariottischen Gesetze verhält sich aber das Volumen einer luftförmigen Flüssigkeit verkehrt, wie die Zusammendruckung. Ist also x das Volumen der Luft in der ersten Lage des Instrumentes, da das Quecksilber bis c stand, so verhält sich $x : x + \gamma = \alpha : \alpha - d\,e$, oder, wenn $d\,e = \beta$ gesetzt wird, wie $\alpha : \alpha - \beta$; mithin wäre $\gamma = \frac{\beta x}{\alpha - \beta}$ und $x = \frac{(\alpha - \beta)\gamma}{\beta}$.

Hat man nun auf die Art das Volumen der Luft im Gefäße bey einer darin stehenden Einsetzschale l gefunden, so braucht man nur bey jeder Untersuchung des specifischen Gewichtes eines Körpers, den Körper in die Schale zu setzen, das Instrument wieder in der ersten Lage da das Quecksilber bis c stand, luftdicht zu verschließen, und wenn man es in die andere Lage gebracht hat, nach der angegebenen Formel den Inhalt an Luft, der in der ersten Lage im Gefäße war, zu berechnen. In diesem Falle ist das Volumen der Luft um das Volumen des hineingelegten Körpers, in Vergleichung mit dem ersten Falle, vermindert worden. Folglich ist das Volumen des hineingelegten Körpers $= x - \frac{(\alpha' - \beta')\gamma'}{\beta'}$.

Es wird also mit diesem Aräometer nur eine einzige Operation erfordert, um das Volumen des Körpers zu finden; doch findet sich hierbey die Unbequemlichkeit, daß zur jedesmahligen Bestimmung von α ein Barometer in der Nähe seyn muß. Um β und γ in der Formel $x = \frac{(\alpha - \beta)\gamma}{\beta}$,

mit

mit Genauigkeit zu finden, wird es gut seyn, mehrere Beobachtungen in verschiedenen Höhen zu machen, damit, wenn sie verschieden ausfallen, von allen das Mittel genommen werden kann.

Herr von Arnim *) hat gezeigt, wie dieses Aräometer ohne Barometerbeobachtungen gebraucht werden könne. Der Inhalt des leeren Gefäßes a c, oder $x = \frac{(\alpha - \beta)\gamma}{\beta}$ ist ein für allemahl gefunden. In der Gleichung, durch welche das Volumen des eingelegten Körpers bestimmt wird, $= x - \frac{(\alpha' - \beta')\gamma'}{\beta}$, bedeutete α' den Stand des Barometers zur Zeit der Beobachtung, und dieser fehlet, wenn man nicht zugleich ein Barometer beobachtet. Um also die jedesmahlige Barometerhöhe bloß mittelst des Sayschen Aräometers zu bestimmen, senkt man das Instrument nach der oben angeführten Art leer in das Quecksilbergefäß, und zieht es nach dem Verschließen heraus. Steht jetzt das Quecksilber wieder an demselben Punkte der Röhre bey d, wie bey den Versuchen, wodurch der Inhalt des leeren Instrumentes bis d, d. h. x, ein für allemahl bestimmt wurde; so ist der jetzige Barometerstand α', mit dem bey jenen Versuchen α, derselbe, und also bekannt.

Gesetzt aber, der Quecksilberstand in der Röhre ec weiche nach dem Herausziehen von jenem Stande um $\pm$ d d' $= \pm \delta$ ab, und die dazu gehörige Vermehrung des Volumens der Luft sey $= \mp \varepsilon$, so wird nach dem mariottischen Gesetze sich verhalten $x + \gamma : x + \gamma \mp \varepsilon = \alpha' - \beta \pm \delta : \alpha - \beta$. Daraus folgt $\alpha' = \frac{(x + \gamma)(\alpha - \beta)}{x + \gamma \mp \varepsilon} + \beta \mp \delta$, oder $\alpha' = \frac{\alpha(x + \gamma) \mp \beta\varepsilon}{x + \gamma \mp \varepsilon} \mp \delta$.

Diese Formel ist zwar etwas zusammengesetzt, aber sie erspart die dazu nöthige, übrigens aber hinderliche, Verlän-

 gerung

*) Gilbert's Annal. der Physik. Ebendas. S. 238. f.

gerung der Röhre c e, so wie die Fehler, die daraus entspringen können. Außerdem aber, sagt Arnim, gebe sie nur Mittel an die Hand, uns dieses Instrumentes als eines Barometers zu bedienen, dem man bis auf eine Linie so ziemlich trauen könne.

Da der Gebrauch dieses Aräometers auf der Richtigkeit des mariottischen Gesetzes beruhet, so ist vor allen Dingen die Frage zu beantworten, ob dieß Gesetz allgemein gültig sey? Bisher, sagt von Arnim, habe es sich nur in einzelnen Fällen bewährt; und so lange es noch nicht anders begründet sey, könnten immer noch die Zweifel, die man anfänglich gegen dasselbe hegte, hervortreten. Sobald aber bewiesen sey, daß die Repulsiv- und Attraktivkraft gegenseitig sich so beschränken, daß die Wirksamkeit der einen im umgekehrten Verhältnisse der Wirksamkeit der andern stehe; wenn ferner bewiesen werde, daß die Stärke jener im umgekehrten Verhältnisse der Räume, welche sie erfüllt, die Stärke der Anziehung, welche auf dieselbe wirke, aber im umgekehrten Verhältnisse der Wirksamkeit der andern stehe: so werde die Repulsion in einer expansibeln Flüssigkeit, deren jetzige Raumerfüllung zur vorigen wie $\mu : \nu$ verhält, seyn $R : r = \nu^3 . \mu^2 : \mu^3 \nu^2 = \nu : \mu$ Da also die widerstehenden Kräfte in verkehrten Verhältnisse der Voluminum wachsen, so werden auch die ihnen entgegen wirkenden Kräfte diesem Gesetze folgen müssen.

Von Arnim bemerkt daher, daß wir jetzt des in diesem Bande unter dem Artikel, Abstoßen, angeführten Beweises des Herrn Kant entbehren können; es lasse sich mit Recht dagegen erinnern, daß er nicht nur auf ganz unerwiesenen Gründen, auf einer eigenen Wärmematerie, ihren Schwingungen, und auf Theilchen, wo Alles noch ungetheilt sich darstelle, beruhe, sondern daß er über dieß nach diesen Annahmen nichts beweise, weil jene Wärmematerie andern Gesetzen, als jede andere Materie, folgen müsse.

Das mariottische Gesetz dürfe nicht über sein Gebieth ausgedehnt werden, also weder auf bloß gemengte Flüssigkeiten,

von welchen zwar jede in ihrer specifischen Repulsion dem Gesetze folge, aber deren gemeinschaftliche Zusammendruckung nothwendig von diesem Gesetze abweichen müsse; noch auf Flüssigkeiten, die während des Drucks zersetzt werden. Es könne uns daher das mariottische Gesetz zugleich ein Prüfungsmittel abgeben, ob eine Flüssigkeit gemischt oder gemengt sey, und in dieser Rücksicht würde aus denen von **Sulzer** und **Müller** angestellten Versuchen folgen, daß die Luft zwar im Ganzen ein Gemisch sey, daß ihr aber auch einige Flüssigkeiten bloß beygemengt wären. Doch ließen sich vielleicht diese Abweichungen aus der Zersetzung der Wasserdämpfe oder aus der geringen Menge kohlensaurem Gas allein nicht erklären, sondern es gebe eine in vieler Hinsicht merkwürdige Erfahrung, die hier vielleicht zur Aufklärung gebraucht werden könne.

Cullen habe zuerst die Beobachtung gemacht, daß beym schnellen Auspumpen der Luft aus einer Glocke das darin eingeschlossene Thermometer schnell um 2 bis 3 Grade falle, und allmählich wieder auf seinen vorigen Stand zurückkomme. **Lambert** und **Saussure** haben das bestätigt, und letzterer durch einige sorgfältige Versuche erwiesen, daß ein schnelles Verdunsten einer Flüssigkeit die Ursache dieser Erscheinung sey. Ohne sich auf die Erklärung dieser für die Wärmelehre höchst wichtigen Erscheinung einzulassen, ungeachtet die lambertsche wenigen genugthuend seyn würde, so meinet **von Arnim**, werde doch so viel gewiß seyn, daß die Luft, bey ihrem Ausdehnen in einen größern Raum, die umgebenden Körper erkalte. Da aber jedes Wärmeverschlucken der Körper, besonders aber der Luft, mit Ausdehnung verbunden, oder eigentlich wohl nichts anders sey, so werde die Repulsion der Luft beym Austreiben derselben in einen größern, oder beym Verdünnen derselben größer seyn, als nach dem ursprünglichen Gesetze für ihre Ausdehnung Statt finden sollte. Umgekehrt werde aber einer dichtern Luft von den umgebenden Körpern Wärme geraubt werden, und diese dadurch einen geringern Grad von Repulsion behalten, als nach dem Gesetze

ihrer Zusammendruckung erfolgen sollte, und dieß bestätigten die Sulzerischen nnd Müllerischen Versuche.

Doch ließen sich aus jenen Beobachtungen noch einige andere Schlüsse ziehen, die für die Meteorologie nicht unwichtig wären. Man setze nämlich, die Luft in jeder Glocke wäre von den umgebenden Körpern und der dichtern Luft nicht wieder erwärmt worden, so würde das Thermometer darin immer niedriger gestanden haben, als in der dichtern Luft. Dieses finde nun wirklich in den obern Regionen unserer Atmosphäre Statt, wo dünnere Luft und keine wärmere Körper wären, und es werde daher, auch ohne Rücksicht zu nehmen auf die Erwärmung des untern Luftkreises durch die Erde, ohne alle Hypothesen von größerer oder geringerer Durchsichtigkeit der Luft, die größere Kälte der Luft, je höher man steige, erklärt seyn.

Astronomie. (Zus. zur S. 140 Th. I.) das letzte Jahr des verflossenen Jahrhunderts hat sich durch Entdeckungen astronomischer Gegenstände besonders ausgezeichnet. Die große Arbeit mit den Sternen, die **la Lande** mit seinem Neffen le **Francois la Lande** am 5. Aug. 1789 anfing, ist vom letztern auch in diesem Jahre fortgesetzt und beendigt worden. Er hat 50000 Sterne vom Pole bis zu 2 oder 3 Grad unterhalb des Winterwendekreises genommen, und mit **Burckhardt** den Anfang gemacht die Zodiakalgestirne, wo sich etwa neue Planeten finden könnten, zu revidiren.

Newton's Gravitationslehre hat durch die Bemühungen des Herrn **la Place** in seiner vortrefflichen mecanique céleste so zu sagen eine mathematische Gewißheit erhalten. Die Theorie des Mondes besonders hat dadurch eine noch weit größere Genauigkeit bekommen. Er fand eine Nutation der Mondbahn, welche von der Abplattung der Erde herrührt, eine Ungleichheit des Mondes, welche von der Länge des Knotens abhängt, und 6 Sec. beträgt. Man hat sich lange über diese letzte von den Engländern vernachlässigte und in der Theorie kaum bemerkbare Ungleichheit gestritten.

Durch

Durch die Preisschriften der Herren Burg und Bouvard sind die Mondstafeln ungemein berichtiget worden. Herr Vidal zu Mirepoix hat eine sehr große Anzahl Beobachtungen am Merkur angestellt, und hierin mehr geleistet, als alle Astronomen, die je gelebt haben.

Le Francois la Lande hat Marstafeln berechnet, wobey der Irrthum nicht über etliche Secunden geht, und Bouvard hat die wechselseitigen Störungen aller Planeten nach den Formeln des Herrn la Place berechnet. Ueberhaupt haben die Tafeln der Planeten durch die Herren la Lande und von Zach eine große Genauigkeit erhalten.

Von den Wiener Ephemeriden hat Herr Triesnecker alle Berechnungen der seit 1747. beobachteten Finsternisse gesammelt, um die Längen der Städte in Europa und Amerika, so wie die Irrthümer der Tafeln daraus abzuleiten.

Goudin hat die Umstände der Sonnenfinsterniß von 1847., welche die beträchtlichste im gegenwärtigen Jahrhunderte ist, vollkommen bestimmt. Duvaucel hat auch für die erwähnte Finsterniß eine Charte verfertigt, die für alle Länder brauchbar ist. Daraus ersieht man, daß diese Finsterniß in England, in Frankreich, in der Türkey und bis nach Cochinchina ringförmig seyn wird.

Herr Lax, Prof. der Astron. zu Cambridge, hat eine Methode zur Bestimmung der Breite der Sonnenhöhen und der zwischen verflossenen Zeit angegeben. Auch hat Plaisair Formeln für die Gestalt der Erde entwickelt.

Herr Oriani hat die Störungen des Mars nebst seinen Tafeln berechnet, welche sich in den Mayländischen Ephemeriden befinden.

Auf der Nationalsternwarte ist durch Veranstaltung Bonaparte's der große Mauerquadrant aufgestellt worden, dessen Mittelpunkte Lenoir eine sinnreiche Maschine angebracht hat, wodurch die Axe des Centrums vor dem Gewichte des Fernrohrs geschützt wird, und die sich nach der Höhe des Fernrohres ändert.

Auch der nunmehr verstorbene Herzog von Gotha hatte für seine Sternwarte mehrere sehr kostbare Instrumente angeschafft, um die Astronomie, sein Lieblingsstudium, immer mehr zu vervollkommnen.

Der König von Preußen hat der Sternwarte zu Berlin ein Geschenk von 20000 Franken gemacht, um sie mit denjenigen Instrumenten zu versehen, deren sie noch bedarf.

Der König von Dänemark hat ein Büreau für die Bestimmung der Meereslänge angeordnet, bey welchem Herr **Bugge** als Director mit zwey Gehülfen angestellt ist.

Endlich wurde noch vom Herrn **Piazzi** am Ende des vorigen Jahrhunderts der Planet **Ceres** und nicht lange darnach vom Dr. **Olbers** in Bremen der Planet **Pallas** entdeckt.

Die wichtigsten Resultate von allen diesen Entdeckungen werden unter den gehörigen Artikeln dieses Bandes angeführt werden.

M. s. **Voigts** Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde B. III St. I. S. 84 f. f.

Attraction. (Zus. zur S. 162. Th. I.) Herr **Cavendish** glaubt aus einem gewissen Versuche zu schließen, daß man die Attraction der Körper bemerklich machen könne. Er ließ ein großes gläsernes Gefäß, worin sich eine Drehwage befand, die nach Art der lambertschen zum Maß der Elektricität gebrauchten eingerichtet war, verfertigen. Der Arm der Wage hatte eine Länge von 8 Fuß, und an seinem andern Ende eine kleine metallene Kugel von Eisen oder Kupfer. Diesen Kügelchen nähert man zwey bleyerne Ballons von 1 Fuß im Durchmesser und stellt sie so, daß sie beyde nach einerley Richtung wirken. Unter diesen Umständen sind die Bewegungen der Walze sehr stark. Diese Bewegungen, meint er, können weder die Wirkung der Wärme, noch der Elektricität oder gewisser Ströme u. dergl. seyn, und sie müßten bloß von einer wechselseitigen Anziehung herrühren. Die Resultate dieses Versuchs sind seiner Meinung nach so genau, daß man daraus eine strenge Anwendung des Calculs auf die Dichte

der

der Erde machen könne, und man habe gefunden, daß diese Dichte die des Wassers um $5\frac{5}{8}$ übertreffe, also viel größer sey, als die gewöhnlich angenommene von $4\frac{1}{2}$.

Noch mehr glaubte Herr Hermbstädt in Berlin die Anziehung verschiedener Körper unter einander durch entscheidende Versuche dargethan zu haben, deren in den Annales de Chemie und in Crell's chemischen Annalen nur im Entfernten Erwähnung geschehen ist. Zu diesen seinen Versuchen bediente er sich folgendes Werkzeuges: eine hohle empfindbare Wage, wie man solche zu hydrostatischen Arbeiten gebraucht, ist an dem einen Ende ihres Armes mit einer runden Cohäsionsplatte von Glas, Messing oder Marmor, auf die ein Draht zum Aufhängen senkrecht befestigt ist, versehen, das Ende des andern Armes trägt eine Wagschale und darin Gewichte, durch welche die Platte vollkommen ins Gleichgewicht und der Wagbalken in Ruhe gesetzt wird. Alles befindet sich an einem ruhigen Orte, wo kein Luftzug eine Bewegung verursachen kann. Unter der Platte steht ein Piedestal, dessen Teller auf und nieder geschoben werden kann; auf dem Teller befindet sich eine achatene Schale mit sehr reinem Quecksilber. Wird nun die Quecksilberfläche der völlig horizontal hängenden Platte genähert, und zwar so, daß sie $\frac{1}{2}$ bis 1 ganze Linie davon entfernt bleibt, so ist noch Alles in Ruhe; nach wenigen Secunden senkt sich aber die Platte schnell herab, und cohäriret mit dem Quecksilber.

Noch ein anderer Beweis der gegenseitigen Anziehung führt Hermbstädt auf diese Art an; man schütte auf eine völlig horizontalliegende Glastafel zwey kleine Kügelchen Quecksilber, schiebe das eine Kügelchen mit einem Glasstäbchen dem andern zu, so werden beyde, wenn sie noch um ein Paar Scrupel von einander entfernt sind, Sphäroiden bilden, und sich zu einer Kugel vereinigen. Ist die eine Kugel größer als die andere, so wird immer die kleine von der größern, und nie umgekehrt, angezogen werden.

Herr Gilbert bemerkt hierbey, daß höchst wahrscheinlich auf eine ähnliche Art je zwey Platten davon eine an einem

Wagbal-

Wagbalken im Gleichgewicht hange, die andere welche von untenher genähert werde, dieselbe Erscheinung geben, und, vermöge ihrer Anziehung, aus der Ferne her an einander fahren werden. Doch zweifle er, daß es möglich sey auf diese Art die Anziehung verschiedener Körper gegen einander auf Maß und Gewicht zu bringen. Dazu sey schwerlich irgend eine andere Verrichtung als Coulomb's und Cavendish Drehungsapparat zu gebrauchen; mittelst dieses müßten sich aber sehr genaue und unterrichtende Versuche über die gegenseitige Anziehung verschiedener Materien anstellen lassen.

Schon der Pater Bertier *) hatte einige, wiewohl noch sehr mangelhafte Versuche über die gegenseitige Anziehungs- und Zurückstoßungskraft nicht elektrisirter Körper auf einander gemacht. Zu dieser Absicht hing er dünne nadelförmige Streifen Papier, Pergament, Leder, Eisen, und Holz an Haaren senkrecht auf, und näherte ihnen andere Körper, wie er sie gerade bey der Hand hatte, bis auf 3 Linien. Alle ohne Ausnahme näherten sie sich nach 5 bis 6 Secunden diesen Körpern, oder wurden von ihnen zurückgestoßen. Die Akademie, welcher Reaumur von diesen Versuchen des Herrn Bertier Bericht abstattete, wünschte, daß Bertier sie im luftleeren Raume wiederhohlen möchte. Dieß geschah und zwar mit demselben Erfolge. Eine gläserne, zwey Linien dicke, auf dieselbe Art in der Glocke der Luftpumpe aufgehängte Glasröhre wurde stets angezogen.

Die Versuche in freyer Luft wurden in Gegenwart Bouguer's und le Roy's wiederhohlet. Auf Bouguer's Rath machte man die Nadeln, bey unveränderter Lage, schwerer, und nun wurden sie viel stärker als zuvor angezogen und zurückgetrieben. Eine gläserne Tafel, die man zwischen ihm und den ihnen genäherten Körpern hielt, verminderte diese Wirkung nur wenig. Bertier fand sogar, daß, wenn er sich gegen den Luftzug mit einer gläsernen Glocke sicherte, und sich 1 oder 2 Fuß weit von der Glocke stellte, die Nadeln sich ihm noch 10 bis 12 Secunden näherten, wiewohl langsamer als

*) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1751.

als Körper, die mit in die Glasglocke gelegt wurden. Als man auf Büache's Rath eine große Rolle angezündetes Papier an die Nadeln im Behältnisse hielt, bückten sich alle Nadeln, selbst die eiserne, die bis dahin die unempfindlichste gewesen war, nach der Flamme; welches zu beweisen scheint, daß alles dieß Anziehen und Zurückstoßen von elektrischer Natur sey. Auch war man nun neugierig zu wissen, ob dergleichen Streifen so aufgehangen eine Lage zeigten, welche beständig gegen eine gewisse Weltgegend gerichtet wäre; allein Bertier konnte hiervon nicht das Geringste beobachten.

Ueber die Attractionsversuche des Herrn Professor Hermbstädt in Berlin macht ein Recensent der Annalen in den Würzburger gelehrten Anzeigen (May 1800. S. 354) folgende ganz richtige Bemerkung. Er zweifelt, daß dieß Anziehen von einer wirklichen Anziehungskraft, dynamisch oder phoronomisch betrachtet, hergeleitet werden könne; vielmehr sey diese Erscheinung leichter und erweislicher chemisch-mechanisch zu erklären. Das Quecksilber sey bekanntlich ein schon bey der Temperatur unserer Atmosphäre leicht säuerbarer Körper; er verändere also die ihn umgebenden Luftschichten immer, indem er ihnen den Sauerstoff raube. Dieß geschehe auch hier, und indem dieser fast unmerkliche Säuerungsprozeß vorgehe, neige sich die Platte, welche das Quecksilber völlig bedecke, wegen der großen Beweglichkeit des Wagebalkens nach dem Quecksilber hin, indem die Cohäsionsplatte durch einen perpendikulären Luftzug nach unten gedruckt werde, so wie die durch einen horizontalen, bey leichter Beweglichkeit, pendelartig bewegt werden würde. Die beste Methode zu prüfen, welche Erklärungsart richtig sey, dürfte die seyn, daß man diesen unläugbaren Versuch Hermbstädt's im luftleeren Raume zu veranstalten suchte. Fände wirklich eine phoronomisch-dynamische Ursache Statt, so würde die Anziehung eben so gut, wie in der atmosphärischen Luft, und vielleicht noch leichter und in weiterer Entfernung geschehen. Wäre hingegen die Ursache eine chemisch-mechanische, so würde die Anziehung unter diesen Umständen nicht Statt finden.

Der

Der Herr von Arnim äußerte in einem Briefe an Herrn Gilbert über die Hermstädtschen Versuche folgende Meinung. Die Zeit von einigen Secunden, sagt er, welche in diesen Versuchen erfordert wurde, ehe sich die Anziehung zeigte, scheint mir den Gesetzen der Schwere entgegen, und macht nur eine elektrische Anziehung, wie zwischen den Platten eines Duplikators wahrscheinlicher. Vielleicht wurde das Quecksilber beym Eingießen in die Schaale elektrisch, und durch das Piedestal isolirt. Doch glaube ich nicht, daß diese entgegengesetzte Elektricitäts-Vertheilung mit den sogenannten galvanischen, eigentlich aber rein elektrischen Ketten in Verbindung steht, da der Gegensatz, der in jenem Falle durch die Berührung aufgehoben werde, in diesem nur durch die Berührung entstehen kann.

Was die Versuche des Herrn Bertier anlangt, so lassen sich diese viel wahrscheinlicher von dem Luftzuge ableiten, welche die Flamme, von welcher die erwärmte Luft in die Höhe steigt, indeß die Kälte von unten hinzuströmt, in der Glasglocke erzeugen mußte. Daß etliche Nadeln zurück gestoßen wurden, ließe sich aus ihrer Lage gegen die Flamme erklären, doch konnte dabey auch Elektricität mit wirken. Daß auch in den übrigen Fällen des Bertierschen Versuchs die Bewegung der Nadeln der durch Annäherung anderer Körper erzeugten Temperaturunterschiede zuzuschreiben sey, setzen die Umstände, unter welchen sie erfolgen, verglichen mit den Versuchen des Herrn Eike (Magazin von Voigt. B. VII. St. 2. S. 10.) über die Wirkung der Wärme und Kälte auf leicht bewegliche Körper, außer Zweifel. Unter andern hing Eike ähnliche nadelförmige Streifen, als Bertier, horizontal an den Faden eines Seidenwurms in einer Glasglocke auf, und bemerkte, daß sie, bey kalter Temperatur, schon vermöge der natürlichen Wärme eines auf ein Paar Ellen seitwärts sich ihnen nahenden Menschen, gegen ihn hingewendet wurden, so daß ein Unkundiger hier thierischen Magnetismus hätte ahnden können. Bey angebrachter Kälte wurde die Nadel bald zurückgestoßen, bald angezogen, bald in bloße Zitterungen versetzt.

Nach meiner Meynung ist es unmöglich, daß des Herrn Hermbstädt's und ähnliche Versuche die Anziehung der Körper gegen einander zeigen können, ob es gleich dynamisch betrachtet keinem Zweifel unterworfen ist, daß sie wirklich Anziehungskraft gegen einander ausüben. Denn die Anziehungskraft unserer Erde ist in Ansehung der Anziehungskräfte solcher Körper, mit welchen die Versuche angestellt wurden, als unendlich groß zu betrachten, und letztere müssen daher als Null angesehen werden. Aus diesem Grunde ist es daher auch unmöglich, daß sich selbst im luftleeren Raume eine Anziehung solcher Körper gegen einander zeigen kann, und wenn sie wirklich erfolgte, so müßte eine andere Ursache sie bewirken. Eine Anziehung eines Körpers gegen einen andern kann nicht anders bemerkt werden als wenn der eine Körper in Ansehung seiner Masse gegen den andern, als unendlich groß betrachtet werden kann. Dieses lehrt auch wirklich die Erfahrung bey leichten Pendeln, welche von großen Bergmassen von der Richtung der Schwere in etwas abgelenkt, folglich von diesen angezogen werden.

Ausdünstung. (Zus. zu S. 209. Th. I.). Es ist bekannt, daß die Ausdünstung Kälte erzeugt; daher fällt, wie man weiß, ein Thermometer, dessen Kugel befeuchtet worden, auf einen bestimmten Grad herab, wenn ein anderes daneben hangendes nicht die geringste Veränderung zeigt. Der Hr. Prof. Heller *) in Fulda hatte sich vorgenommen, diesen Versuch zu wiederhohlen, und hing Thermometer vor ein Fenster, wo die Sonnenstrahlen den größten Theil des Tages hintreffen konnten. Es waren Quecksilberthermometer mit kleinen Kugeln und der 80 theiligen Skale. In seinem Tagebuche bemerkte er zuerst die Temperatur der Luft T L, dann die Temperatur des Wassers T W, subtrahirte von der anfänglichen Temperatur des Wassers den Grad, auf welchen das zweyte Thermometer während der Verdunstung herabfiel, und stehen blieb, bis es wiederum zur Temperatur der Luft zurückgehen wollte, und nannte diese Verdunstungskälte V K. Zu gleicher Zeit beobachtete er Thermometer, Hygrometer und die

*) Gilbert's Annal. der Phys. B. IV. S. 210 f.

die Witterung, und bekam so innerhalb einiger Sommer eine große Anzahl von Beobachtungen von + 5° bis + 25° Reaumur.

An diese Beobachtungen ging er mit folgendem Grundsatze: Wasser von einer gegebenen Temperatur müsse immer auch die nähmliche Verdunstungskälte zur Folge haben; fiele z. B. bey + 8° das Thermometer während der Verdunstung irgend einmahl um 0, 6°, so müsse dieses allezeit unter allen Umständen geschehen, so oft die Temperatur des Wassers + 8° wieder käme. Allein er wurde von diesem Irrthume durch die Beobachtungen, die ihm etwas ganz anderes lehrten, sehr bald zurück gebracht. Da er nun den Einfluß der Verschiedenheit der Verdunstungskälten bey einerley Temperatur des Wassers weder von der hygrometrischen Beschaffenheit der Luft, noch von dem veränderten Drucke der Atmosphäre herleiten konnte, und doch, wie es schien, eine gleichförmig wirkende Kraft mit im Spiele war, so mußte auch sie, seines Erachtens, an Tagen, wo eine gleichförmige, nicht veränderliche Witterung herrschte, sich zu erkennen geben, und bey der Vergleichung offenbaren. Daher beobachtete er an heitern Tagen mehrere Mahl. Als er nun fand, daß bey gleichförmiger Witterung zwey Tage hinter einander die nämliche Temperatur dennoch nicht gleiche Verdunstungskälte hervorbrachte, übrigens aber kein weiterer Unterschied als in der Zeit obwaltete, in welcher dieselbe Temperatur Statt hatte; so kam er auf den Gedanken, daß die Ursache vielleicht an den Sonnenstrahlen liege, die am Ende doch warm machen, später aber gewiß mehr, als des Morgens früh. Hier schien ihn auf einmahl Licht aufzugehen. Er schloß: wenn Wasser von einer gegebenen Temperatur von der Sonne erst nach einigen Stunden ihres Aufganges beschienen wird, so muß ihr schwächeres Licht eine viel kleinere Einwirkung auf den Wassertropfen haben, als das starke Mittagslicht bey gleicher Temperatur des Wassers, und umgekehrt. Hingegen muß eine gegebene Temperatur gleiche Verstärkungskälten zur Folge haben, wenn die Wirkung des gleichstarken Lichtes an zwey gleichförmigen Tagen

gen zur nämlichen Stunde beobachtet wird; nur müssen die Tage der Zeit nach nicht zu weit von einander entfernt seyn. Mit diesem Grundsatze durchmusterte er nun seine Beobachtungen, und fand darin Befestigung, so schwankend auch seine Schätzung der Intensität des Sonnenlichtes war und seyn mußte.

Endlich wurde er im Verlaufe seiner Beobachtungen gewahr, daß gegen den Abend ganz heiterer Tage die Temperaturen des Wassers und der Luft um seinen Apparat so verschieden wurden, daß er darüber in Erstaunen gerieth. Die Folgen seiner Beobachtungen überzeugten ihn von dieser Sache. Wenn nämlich sein Apparat beynahe den größten Theil eines heitern Tages der Sonne ausgesetzt war, so kam er nach 4 Uhr Abends, vermöge seiner Lage, ziemlich schnell in Schatten, und erfuhr daher die Einflüsse des Lichtes und des Schattens in kurzen Intervallen. Wenn dagegen der Himmel an einem Tage gleichförmig bedeckt war, so hielten sich die beyden Temperaturen etwas näher zusammen, sowohl Morgens als Abends, und ließen keine so große Unterschiede zu. Diese Erfahrung bestärkte ihn in seinem angeführten Grundsatze aufs vollkommenste. Die Auflösung dieses Problems fand er in einem Briefe des Herrn de Lüc an de la Metherie, wo er sagt: es gibt in der Atmosphäre noch ein anderes Phänomen der Wärme, das man nicht zu erklären gesucht hat, nämlich ihre plötzliche Verminderung an schönen Tagen nach dem Untergange der Sonne. Die Ursache dieser Verminderung liegt darin: die Sonnenstrahlen bilden neues Feuer, und die zweyte Funktion der Sonnenstrahlen ist, sie bringen in dem Feuer, das sie berühren, eine Vermehrung der expansiven Kraft zuwege, welche die Nacht hindurch aufhört. Dieß erklärt nach Herrn Heller's Ueberzeugung den von ihm beobachteten Unterschied der Verdunstungskälte bey gleicher Temperatur des Wassers aufs vollkommenste. Es kam nämlich in seinen Beobachtungen nicht bloß auf die absolute Menge von Wärme an, welche das Wasser hatte, das verdunsten sollte; sondern es kam nun auch auf die Menge und Stärke des Lichtes an, das jene

Wärme berührte; war bey gleicher Menge von Wärme die Menge und Stärke des einfallenden Sonnenlichtes größer, so war auch die Verdunstung größer, wegen vermehrter Expansivkraft, und so umgekehrt.

Herr Heller bemerkt noch, daß sich hierdurch die Verschiedenheit der Verdünstungskälten bey einerley Temperatur des Wassers an einem hellen Tage in den verschiedenen Jahreszeiten z. B. Frühling, Sommer, in den verschiedenen Stunden des nämlichen Tages u. s. w. erklären lasse. Das Maß der Ausdünstungskälten werde und bleibe folglich schwankend und ungewiß, wenn es nicht durch ein Messen der Intensität des Sonnenlichtes unterstützt werde, woher denn ein meteorologischer Lichtmesser ein wahres Bedürfniß werde, besonders seitdem man die merkwürdige Beobachtung gemacht habe, daß die Oberfläche der Sonne nicht immer mit gleicher Lichtmaterie überströmt werde.

Zus. zur S. 224. Th. I.

Alle bisherige Theorien der Ausdünstung und des Niederschlags des Wassers sind, selbst nach dem eigenen Geständnisse ihrer Urheber, noch mangelhaft und unvollständig. Nach Herrn Prof. Parrot's Urtheile liegt die Ursache davon theils in den noch nicht lange gekannten oder hinlänglich bestätigten Sätzen der neuern Chemie, theils darin, daß man die Ursachen zu den großen und so mannigfaltigen Phänomenen unserer Atmosphäre in dieser Atmosphäre selbst, in diesem in so vieler Rücksicht außer dem Wirkungskreise unserer Erfahrung liegenden Produkte so vieler Elemente suchte. Sie lägen allerdings darin, aber wir müßten sie in einem eingeschränkten, unsern Kräften angemessenen Laboratorium aufsuchen, weil in der großen Werkstätte der Natur die Phänomene meist so weit von uns entfernt lägen, und durch zu viele Ursachen modificirt würden, als daß wir zu sichern und reinen Resultaten gelangen könnten. Herr Parrot *) wurde durch diese Versuche mit seinem Eudiometer auf eine ganz

*) Voigts Magazin der Naturk. B. III. St. I. Weimar 1801. S. 1. u. s. w.

ganz neue Theorie der Ausdünstung und des Niederschlags des Wassers geleitet. Er fand, daß bey der Zersetzung der atmosphärischen Luft durch Phosphor alle darin enthaltenen wässerigen Dünste niedergeschlagen wurden. Ueberhaupt glaubt er, aus seinen Versuchen annehmen zu dürfen, daß nicht die Oxydation selbst, nicht die oxydirbaren Substanzen, sondern die bloße Abwesenheit des Sauerstoffgas den Niederschlag der Dünste verursache, oder, daß Stickgas und Luftsäure kein Wasser für sich aufgelöset enthalten können, und daß folglich die atmosphärische Luft nur vermöge ihres Sauerstoffgas-Gehalts Wasser aufgelöset besitze. Aus seinen Beobachtungen zog er folgende Sätze:

Eine jede der von ihm geprüften Luftarten, nämlich feuchte und trockne atmosphärische Luft, reines Stickgas, gephosphortes Stickgas, und eine Mischung von Stickgas und Luftsäure enthält noch eine Portion Wasserdunst, unaufgelöset, bloß durch den freyen Wärmestoff in Dunstgestalt, der Menge nach ungefähr $\frac{1}{10}$ desjenigen Dunstes, welchen atmosphärische Luft aufgelöset enthalten kann.

Diese Luftarten lassen insgesammt diesen Dunst spätestens bey der Temperatur des frierenden Wassers fallen.

Eine größere Kälte schlägt weder in den zersetzten noch in den unzersetzten Luftarten eine größere Menge dieses Dunstes, und auch weiter nichts nieder.

Eine starke Verminderung der Temperatur, wie hier von 28 Graden, schlägt aus der atmosphärischen Luft keine aufgelöseten Dünste nieder: denn der geringe Niederschlag durch Erkältung ist in atmosphärischer Luft und im Stickgas beynahe gleich.

Ist der beobachtete kleine Unterschied dieses Niederschlages durch Erkältung zwischen atmosphärischer Luft und Stickgas durchaus gegründet, so erhöhet die Gegenwart des Sauerstoffgas die Fähigkeit des Stickgas, diese Dünste durch Wärmestoff aufzunehmen.

Diese durch Wärmestoff erzeugten Dünste, trüben die Luft nicht, so lange sie nicht damit übersättiget ist.

Dieß sind die Sätze auf welche **Parrot** seine neue Theorie von der Ausdünstung und dem Niederschlage des Wassers gründet. Ehe er aber diese aufstellet, sucht er die Unzulänglichkeit und Unrichtigkeit der bisherigen Theorien zu erweisen. Herr **de Lüc** habe es zwar unternommen, das Auflösungssystem zu widerlegen, allein er habe dieses im geringsten nicht geschwächt, sondern bloß das Hypothetische, welches **de Saussure** dazu angehangen habe, um den Niederschlag zu erklären. In der That seyn weder Beraubung der freyen Wärme, noch die natürliche Sättigung, noch Winde, noch Elektricität zur Erklärung des Phänomens der Wolken und des Regens hinreichend. Von der Unzulänglichkeit der Beraubung des Wärmestoffs gebe **de Lüc** durch seine wichtige Beobachtung auf dem Buet den schönsten Beweis im Großen. Die natürliche Uebersättigung könne höchstens einen äußerst feinen Staubregen, und zwar in kleinen Höhen, gewiß aber nicht große Regengüsse erklären. Winde seyn nur Bewegungen der Luft, diese geschehen nur in Massen, und es sey dabey an keine partiellen oder relativen Bewegungen der Wassertheilchen, mithin an keinen Stoß derselben unter sich zu denken. Eben so wenig könne ein vertikaler Wind, der überdieß nie beobachtet worden sey, während dem Regen so viel Dünste hinaufbringen, als zum Ersatz des herabfallenden Wassers, und der Unterhaltung des Regens nöthig sey, besonders da bey jedem Gewitterregen die Luft abgekühlet, mithin ihre Auflösungsfähigkeit, nach dem Saussürischen System, vermindert werde. Von der Elektricität lasse sich ebenfalls keine befriedigende Erklärung ableiten, weil wir keine directe Erfahrung hätten, daß man unmittelbar durch sie merkliche Niederschläge erzeugt habe.

De Lüc, der alle Auflösung des Wassers verwerfe, behaupte eine Verwandlung des Wassers in eine eigenthümliche Luftart; darwider lasse sich aber die sehr bedeutende Einwendung machen, daß diese eigenthümliche Luftart des Wassers eine bloße Hypothese sey, für welche sich kein einziges Factum anführen lasse, indem keine andere Verbindung des

Wassers

Wassers in Luft bekannt sey, als die nur allgemein angenommene Zerlegung in die beyden Stoffe. Diese Zerlegung zur Ursache der wässerigen Meteore zu machen, habe de Lüc nicht für rathsam gefunden, weil er die Schwierigkeiten dieser Hypothese zu deutlich eingesehen. Allein seine Hypothese sey doch noch weniger annehmlich, theils, weil sie durch keine Thatsache unterstützt sey, theils, weil sie nichts erkläre, und die Ursache der Verwandlung, wie auch die der Reduktion selbst, ihrem so scharfsinnigen Urheber ein Räthsel bleibe. In dieser Rücksicht sey die Saussürische annehmlicher. Sie erkläre wenigstens dem Scheine nach, und auch zum Theil wirklich, die Ausdünstung, lasse aber den Niederschlag unerklärt. de Lüc hingegen erkläre weder das eine noch das andere, so wenig als die cartesianischen Wirbel die Gravitation. Das Daseyn seiner eigenthümlichen Wasserluft, sollte zuerst erwiesen werden; als dann erst könnte man es versuchen, durch sie zu erklären.

Herr Hube räume der Elektricität die Hauptrolle im Werke der Bildung der Wolken ein, indem er sich übrigens für das Auflösungssystem erkläre, und scheine die Wirkung des Wärmestoffs vorzüglich auf die Bildung des Nebels einzuschränken, obgleich er eine große Aehnlichkeit zwischen Nebeln und Wolken behaupte. Die Reibung der Wolken an der Luft, als Ursprung der Elektricität, sey am Ende der erste Punkt, um welches sich sein ganzes System drehe. Allein abgerechnet, daß eine solche Reibung, wenn sie auch in der verlangten Heftigkeit Statt finden würde, keine Elektricität hervorbringen könne, indem dieses Phänomen die Reibung ungleichartiger Körper erfordre, so sey zu bemerken, daß diese Reibung nicht Statt finde. Theorie und Erfahrung beweisen einstimmig, daß, wenn zwey Ströme in einer Flüssigkeit in entgegengesetzter Richtung Statt finden, zwischen beyden eine Schicht in vollkommener Ruhe sey und seyn müsse. Dieß folge aus der Lehre der Bewegung der Flüssigkeiten, aus dem Franklinschen Versuche der communicirenden Zimmer, in welchen verschiedene Temperaturen herrschten, und aus den Beobachtun-

gen der Luftschiffer. Dieses zeige, daß die Bewegung eines Stroms immer abnehme, je weiter die Schichten von dem Hauptstrome entfernt seyen, und zwar in einer sehr langsamen Progression. Denn es sey dann kein anderer Widerstand, der die Bewegungen der Schichten aufhalten könne, als die Adhäsion der Lufttheile unter sich. Folglich finde sich bey einer solchen Bewegung zweyer entgegengesetzten Ströme so wenig relative Bewegung, daß man die fürchterlichen Sammlungen und Ausbrüche der elektrischen Materie ihr unmöglich zuschreiben könne. Alles vielmehr schiene nur auf die Idee langsamer Anhäufungen zu führen, welche durch schnell wirkende Ursachen zersetzt würden. Es falle also die Ergänzung des elektrischen Systems des P. **Beccaria** weg, und das Verdienst der **Hubeschen** Darstellung bestehe vorzüglich in einer größern Menge von Beweisen der Wirksamkeit der Elektricität bey der Entstehung und Zerstörung der Wolken, erkläre die Entstehung der Elektricität selbst nicht.

Nachdem nun **Parrot** die Mängel der bisherigen Theorien angeführt hat, stellt er seine eigene neue auf, welche in folgenden Hauptsätzen besteht.

1) Jede Ausdünstung des Wassers erzeugt Kälte.

2) Jeder Niederschlag des Wassers erzeugt Wärme. Dieser Satz erklärt die Temperaturerhöhung bey der angeführten Beobachtung de Lüc's auf dem Buet und andere ähnliche; und da wir in der Theorie keine Erkältung nöthig hätten, so brauchten wir keinen Aufwand von Scharfsinn um die Möglichkeit von Ausnahmen in diesem Satze darzustellen.

3) Nebel und Wolken entständen oft, ohne daß vorher eine erniedrigte Temperatur als Ursache des Phänomens beobachtet würde.

4) Bey jeder Verwandlung des Wassers in Dunst, und des Dunstes in Wasser, sey die Elektricität thätig, und zwar abwechselnd, bey dem Niederschlage die entgegengesetzte von der bey der Ausdünstung.

5) Das Eis dünste vermöge seines Wärmestoffs nicht aus. Es möchte unbegreiflich scheinen, daß die Ausdünstung des

Eises

Eises seinem Wärmestoff zugeschrieben worden sey, wenn man nicht wüßte, wie leicht sogar scharfsinnige und wahrheitsliebende Männer unerwiesene Sätze annehmen, wenn sie solche zu Erklärungen von Phänomenen nöthig hätten. Er sey weit entfernt, das Daseyn des Wärmestoffs im Eise oder seine Thätigkeit, so bald kältere Körper sich näherten, zu läugnen. Aber daß er fähig sey gefrornes in Dunst aufzulösen, da es unfähig sey, in flüssiges Wasser zu verwandeln, sey eine Behauptung, die nicht nur keinen Beweis für sich, sondern sogar die Analogie und folgenden Beweis wider sich habe. Es sey bekannt, daß die Verwandlung gefrornen Wassers in flüssiges eine Quantität von Wärmestoff von 18 Reaum. Graden erfordere, angenommen das Eis sey vorher auf der Temperatur 0. Diese 18° seyn nun nicht da. Sollte also der Wärmestoff Eistheilchen losreißen, so reiße er sie schon als Eis fort welches an sich schon unbegreiflich sey, und wir hätten im Winter lauter gefrorne Ausdünstungen, d. h. einen mit Schneeflecken beständig getrübten Horizont, welches offenbar wider alle Erfahrungen streite. Nach seiner Theorie falle dieß Alles weg, das Sauerstoffgas greife das Eis, und wenn es noch so kalt sey, wie ein Stück Metall durch seine Verwandtschaft an und sättige sich damit. Daß es flüssiges Wasser schneller auflöse, als festes, sey wiederum seinen andern Auflösungen analog, da es bekannt sey, daß Metalle in flüssiger Form sich leichter verkalken als in fester. Sogar der Umstand, daß durch diese Verbindung des Sauerstoffs mit Wasser keine Säure entstehe, fände bey Metalloxydationen ebenfalls Statt, so daß zwischen der Metalloxydation vielleicht gar kein Unterschied Statt finde. Ja die Analogie gehe weiter, indem der Kohlenstoff, Phosphor u. s. w. Metalle und Wasser desoxydiren. Er wage also nichts wenn er annehme, daß

6) die Auflösung des Wassers in Sauerstoffgas eine wahre Oxydation sey.

7) Die Elektricität zersetze das Sauerstoffgas. Schon Priestley habe gezeigt, daß atmosphärische und dephlogisti-

sirte Luft durch den Durchgang elektrischer Ströme zu Athmens- und Verbrennungsprocessen ganz untauglich würden. Die atmosphärische Luft wurde nämlich um ¼ d. h. um so viel als ihr Sauerstoffgehalt ausmacht, vermindert. Auch beweisen van Marum's Versuche diesen Satz.

8) Die in einer Säule atmosphärischer Luft vorhandene Dunstmenge sey nicht vermögend das Wasser zu liefern, welches durch große Gewitterregen herabströme, sondern die Lokalursache ziehe die Dünste aus den benachbarten Gegenden herbey. Wenn man den Wasserinhalt einer franz. Cubikmeile, unter der Voraussetzung, daß jeder Cubikfuß 5 Gran Wasser enthalte, berechne, so finde man, daß der völlige Niederschlag dieser Dünste die unter ihm liegende Erdfläche von einer Quadratlinie mit einer Wasserschicht von 1,607 Paris. Zollen bedecken würde. Nun enthalte im Durchschnitt jeder Cubikfuß vielleicht nur 5 Gran Wasser, denn die obern Schichten seyn erst specifisch leichter: und zweytens werde nie eine solche Luftsäule besonders ganz ihrer Dünste beraubt. Folglich würde die Wasserschicht, die diese Luftschicht wirklich liefern, bey weiten nicht so viel ausmachen. Nun wisse man aber, daß bey starken Platzregen, bey Wolkenbrüchen, sehr oft weit mehr Wasser die Erde bedecke. Folglich müsse diese Menge aus den benachbarten Gegenden kommen.

9) Die Luft enthalte den größten Theil ihrer Dünste nach Maßgabe ihres Sauerstoffgehaltes, oder ihre Capacität für die Dünste sey größten Theils im Verhältniß ihres Sauerstoffgasgehalts.

10) Diese Gattung von Dunst werde durch die Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur nicht merklich modificiret.

11) Dieser Antheil Wasser, welcher die atmosphärische Luft gemeiniglich um $\frac{1}{54}$ ihres Volumens ausdehne, sey in derselben chemisch aufgelöset; denn er lasse sich nicht durch Entziehung des Wärmestoffs niederschlagen, und hange von der chemischen Grundmischung der Luft ab.

12)

12) Jede Entziehung des Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft schlage diese aufgelöseten Dünste nieder. Es sey eine Desoxydation des Wassers durch eine Wahlverwandtschaft.

13) Außer dem aufgelöseten Wasser enthalte jede atmosphärische Luft, ja selbst reines Stickgas, einen Antheil Wasser, bloß schwebend, unaufgelöset, bloß vermöge des Wärmestoffs.

14) Dieser Antheil sey beträchtlich kleiner, als der der aufgelöseten Dünste in mittleren Temperaturen, etwa $\frac{1}{10}$ desjenigen, welches zur vollkommenen chemischen Sättigung der gemeinen Luft gehöre. Demnach könne Ausdünstung, und Niederschlagung durch Wärmestoff etwa nur $\frac{1}{10}$ einiger wässerigen Meteore erklären.

15) Er lasse sich durch Entziehung des Wärmestoffs bis zur Temperatur des frierenden Wassers ganz niederschlagen, gar nicht durch Oxydationen und nur in Beziehung auf diesen schwebenden Antheil könne man behaupten, daß die Temperatur die Capacität der Luft für das Wasser modificire.

16) Demnach seyen alle Dünste in der Luft, wenn die Temperatur unter dem Eispunkte stehe, aufgelösete Dünste, und jeder Niederschlag in dieser Temperatur müsse Nebel erzeugen, weil der Wärmestoff nichts davon in durchsichtiger Form erhalten könne. Bey höhern Temperaturen könne er es, wenn die Luft nicht schon mit Dünsten dieser Art gesättiget sey.

17) Es gebe demnach zweyerley, wesentlich von einander verschiedene, Ausdünstungen, Dünste und Niederschläge. Die völlige Auflösung nennt Parrot die **chemische Auflösung**; ihre Dünste die **chemischen Dünste**, ihren Niederschlag den **chemischen Niederschlag**.

Dagegen nennt er die bloße Aufnahme der durch den Wärmestoff losgerissenen Wassertheile die **physische Ausdünstung**; diese Gattung Dünste **physische Dünste**, und ihren Niederschlag **physischen Niederschlag**. Demnach finde die chemische Ausdünstung, ihr Niederschlag und die Produkte derselben unter jeder Temperatur Statt; hingegen

die physische Ausdünstung und ihre Produkte nur bey den Temperaturen über den Gefrierpunkt des Wassers. Beyde hätten ihren eigenen Sättigungspunkt und schienen in vielen Fällen von einander unabhängig zu seyn.

18) Die allgemeine Beobachtung, daß die Nebel durch den Sonnenschein zerstreuet würden, und seine wiederhohlte Beobachtung der plötzlichen Entstehung eines Nebels über einem Sumpf im Augenblicke des Untergangs der Sonne, machten es ihm sehr wahrscheinlich, daß das Sonnenlicht zur Auflösung des Wassers in Sauerstoffgas, d. h. zum Processe der Oxydation des Wassers nothwendig sey, ohne doch zur Erhaltung dieses Zustandes geradezu erforderlich zu seyn. Bestätige sich diese sehr wahrscheinliche beynahe zur Gewißheit erhobene Muthmaßung, welche mit der Entbindung des Sauerstoffgas aus den Vegetabilien sehr zusammenstimme, so würden sie den Schlüssel zu vielen Räthseln der nächtlichen Phänomene, die die Hypothese des Wärmestoffs gar nicht oder nur schlecht auflöse, abgeben.

Diesen aufgestellten Sätzen zu Folge macht sich Herr **Parrot** folgende Vorstellung von dem ganzen Geschäfte der Ausdünstung, des Niederschlags, der Bildung der Wolken und Nebel.

Wenn eine Luftschicht, welche noch nicht physisch und chemisch mit Dünsten gesättiget ist, eine glatte oder rauhe flüssige Wasserfläche berühret, so entzieht ihr das Sauerstoffgas Wassertheile und löset sie auf. Das in den untersten Luftschichten aufgelösete Wasser vertheilt sich in den nächsten aufwärts und von diesen weiter, wie bey jeder Auflösung.

Ist die Temperatur über den Gefrierpunkt, so entsteht auch eine physische Ausdünstung. Dieser physische Dunst würde sich vielleicht nur durch Winde und also auf keine bestimmte Art den obern Regionen mittheilen lassen, wenn die chemische Ausdünstung die untersten Luftschichten nicht um Etwas, freylich höchstens um 0,01 leichter mache, als die unmittelbar darüber liegenden, und so einen schwachen unfehlbaren Zug der Luft von unten nach oben verursachte, der ohne

ohne ein vertikaler Wind zu seyn, demnach fähig seyn kann die physischen Dünste langsam mit hinauf zu nehmen. Dieses befördert auch die Vertheilung der chemischen Dünste in den obern Luftregionen.

Die Dünste jeder Art steigen also, chemisch und mechanisch, und können jede Höhe erreichen. Hierbey hat man nicht nöthig, sich darum zu bekümmern, wie die physischen Dünste in der Luft schwebend erhalten werden, und neue Modificationen des Vesicularsystems zu erfinden.

Nun entsteht auch bey Tag zuweilen Nebel. Geschieht es langsam und in der ganzen benachbarten Atmosphäre, so liegt die Ursache entweder in einer Erkältung, die den physischen Dunst niederschlägt, wenn der Nebel sehr leicht ist, oder in einer Zersetzung der atmosphärischen Luft und Zerstörung eines Theils des Sauerstoffgas, wenn der Nebel stark, und keine Kälte vorangegangen ist. Zu solchen Zersetzungen gibt die ganze Oberfläche der Erde hinlänglichen unaufhörlichen Anlaß, ohne der großen Zersetzungen durch vulkanische Auswürfe zu gedenken, wodurch sich der große Nebel, der auf den Untergang Calabriens folgte, passend sich erklären lasse.

Zuweilen entstehe noch bey Tage ein partieller Nebel über Wäldern, Seen und Morästen. Solche Nebel wurden im Sommer beobachtet, unmittelbar vor Untergang oder nach Aufgang der Sonne, und das Charakterische derselben sey, daß sie die Oberfläche, auf welcher sie entstanden, nicht berührten, sondern auf einer durchsichtigen Unterlage gleichsam schwebten. Die nächtlichen Nebel hingegen berührten immer die Oberfläche, über welcher sie entstanden. Nach Parrot werden diese Phänomene so erklärt: der Nebel ist ein chemischer und physischer Niederschlag, der durch die geringere Temperatur der Luft, als die ausdunstende Oberfläche, anfängt. Dieser Niederschlag entsteht aber nicht ganz nahe an dieser Oberfläche, nicht etwa weil sie wärmer ist, und die nächsten Luftschichten erwärmte, sondern weil, so lange die Sonne scheint, und noch einige Minuten nachher, die Wasser- und Pflanzenfläche, Sauerstoffgas entbindet, welches mehr

mehr Wasser aufnimmt, als die höhern an dieser Gasart ärmern Schichten aufnehmen können. Ist die Sonne unter dem Horizonte, so sinkt sich der Nebel, d. h. er entsteht nun ganz nahe an der dunstenden Oberfläche, weil die Erzeugung der Lebensluft nun aufhört und durch die von Luftsäure ersetzt wird. Beym Aufgang der Sonne erscheint wieder der untere leichte Streifen, weil wieder Sauerstoffgas entbunden wird. Daher scheint der Nebel zu steigen. Der Streifen aber erscheint nicht wieder, wenn die Sonne hinter einer Wolke aufgeht. In diesem Zeitraum bis zu ihrer Entstehung wird weder Sauerstoffgas noch Luftsäure erzeugt, mithin der Nebel nicht aufgelöset, auch nicht erneuert, folglich hat er Zeit sich an der Oberfläche der Erde anzusetzen, d. h. zu fallen. —

Ausflüsse (Zus. zur S. 229. Th. I.). — In der Sitzung des Nationalinstituts, in welcher **Prevost's** Abhandlung über die Ausflüsse riechender Körper, und über die Mittel sie dem Gesichte bemerkbar zu machen, vorgelesen wurde, war der Bürger **Venturi** zugegen, und theilte zugleich einige Beobachtungen des Camphers auf dem Wasser mit, welche er nachher in einer weitläuftigen Abhandlung allgemein bekannt machte.

Schon **Romieu** α) hatte bemerkt, daß kleine Stückchen Campher sich auf dem Wasser herumdrehen, und schrieb die Ursache dieser Erscheinung der Elektricität zu. **Lichtenberg** β) glaubte, daß sie durch den Ausfluß einer ätherischen Flüssigkeit aus dem Campher bewirkt werde. **Volta** brachte diese Bewegung durch Körper hervor, die er mit Aether oder mit Benzoe- und Bernsteinsäure getränkt hatte. **Brugnatelli** γ) fand, daß auch die Rinde der aromatischen Pflanzen sich, wie der Campher, auf dem Wasser bewege. Indessen war es nicht ohne alle Schwierigkeit diese Bewegung hervorzubringen; oft wollten sie sich gar nicht zeigen; oft hielt, wenn das Wasser mit gewissen Camphern berührt wurde, die Bewegung

α) Mémoires de Paris an. 1756.

β) Crells chemische Annalen 1794. B. II. S. 215. f.

γ) Crells chemische Annalen 1788. B. I. S. 407 und 1794. B. II. S. 224.

wegung plötzlich inne, ohne daß man die Ursache errathen konnte. Campherstückchen an die Extremität eines sehr sensibeln elektrischen Rades befestiget, bringen es nicht in Bewegung. Alles dieß vereinigte sich, um über diese Erscheinung die größte Dunkelheit zu verbreiten, mit deren Begünstigung **Romieu's** Meinung durch mehrere Naturforscher Italiens erhalten wurde.

Venturi's *) Beobachtungen und Bemerkungen hierüber sind folgende.

Man schneide aus Campher kleine Säulen von der Länge eines Daumens, verbinde sie mit einer Basis von Bley, und stelle sie aufrecht auf sehr reine Teller, in welche man reines Wasser bis zur halben Höhe der Säulen gießt. Zwey bis drey Stunden darauf zeigt sich an der Camphersäule gerade an der Oberfläche des Wassers ein Einschnitt. Dieser nimmt zu, und innerhalb 24 Stunden ist die Camphersäule in der Mitte von Wasser ganz durchschnitten. So wohl der untere im Wasser, als der obere in der Luft befindliche Theil erleidet dagegen keine merkliche Veränderung.

Aus diesem und andern mit verschiedenen Campherstückchen, einzeln in der Luft, unter und auf der Oberfläche des Wassers angestellten Versuche, schließt **Venturi**, daß die thätigste Kraft den Campher aufzulösen, da befindlich sey, wo Luft und Wasser vereint, dasselbe berühren. Daraus erklärt er, warum unter gleichen Umständen der Campher geschwinder in feuchter als trockener Luft verfliege, und warum die Holländer bey der Sublimation desselben Wasser anwenden.

Man könnte vermuthen, daß der Campher auf der Oberfläche des Wassers sich zersetze; daß das Wasser den säurenden Antheil desselben, wodurch er concret werde, aufnehme, und daß sich der flüchtige Antheil in der Atmosphäre zerstreue. **Venturi** verwirft diese Idee, und behauptet, daß das Wasser, auf dessen Oberfläche sich der Campher befindet, ihn, wiewohl nur in geringer Menge, auflöse: weil unter diesen Umständen das Wasser den Geschmack und Geruch des Camphers gerade

*) Annales de Chimie. To. XXI. n. 1. 63. p. 262 sq.

rade so annehme, als wenn etwas davon unter dasselbe gehalten wird, und an der Luft diese angenommenen Eigenschaften verliere und wieder geschmack- und geruchlos werde; 2) weil das Verschwinden des Camphers auf seiner Oberfläche ununterbrochen fortdauert, wenn auch das Wasser bereits vollkommen mit demselben gesättiget ist. 3) weil die luftförmigen Ausflüsse des Camphers sich wieder aufs neue auf der Oberfläche des Wassers als Campher crystallisiren.

Der Campher löset sich im Wasser, wenn er sich auf der Oberfläche desselben befindet, auf, und wenn dieses bey der gewöhnlichen Temperatur der Luft geschehen ist, so befindet er sich darin noch nicht, wie man glaubte, im Zustande des Dunstes; vielmehr bildet er darin eine Flüssigkeit, die sich über das Wasser verbreitet, und indem sie auf diese Weise mit einer großen Fläche von Luft in Berührung kommt, von derselben absorbirt und in Dunst verwandelt wird. Dieß ergibt sich aus folgenden Thatsachen: 1) die Auflösung des Camphers auf der Oberfläche des Wassers geht um so geschwinder vor sich, je mehr die Oberfläche Umfang hat: in engen Gefäßen war die Säule nicht völlig durchschnitten worden, selbst nach einer Decade nicht, obgleich das Wasser sehr rein war. 2) Wenn die Säule hervorstehende Theile hat, so sieht man die Flüssigkeit, die vorzüglich aus gewissen Punkten der Säule hervorkommen, die Fläche des Wassers bedecken, und die kleinen schwimmenden Körper fortstoßen, so wie Körper sich hin und her bewegen, welche in einem Becken schwimmen, worin das Wasser in einem Canale mit Schnelligkeit fließt. 3) Wenn ein Stück Campher, das schon an seiner Extremität benetzt worden, sich dem äußern Rande des Wassers in einem Teller, der eine große Fläche hat, nähert und den Teller berührt, so setzt es eine öhlige Flüssigkeit ab; indem sich diese an den Teller hängt, zerstört sie die Adhäsion, welche zwischen dem Rande des Tellers und dem Teller Statt fand, und das Wasser zieht sich, seiner Cohäsionskraft folgend, zurück und rundet sich, da es nicht mehr den Teller adhärirt. Nimmt man den Campher weg, so kommt

kommt das Wasser nicht eher an seinen vorigen Ort, bis die öhlige Flüssigkeit verdunstet ist. 4) Wenn die öhlige Flüssigkeit halb ins Wasser versenkt ist, so verhindert die öhlige hervorströmende Flüssigkeit ebenfalls das Anhängen des Wassers an die Säule, es entsteht rings herum eine Vertiefung, die Auflösung läßt einen Augenblick nach, die Flüssigkeit dehnt sich hierauf über das Wasser aus und verdünstet. Dann erst nimmt das Wasser seine Stelle wieder ein und berührt wieder denselben Theil des Camphers; die Auflösung fängt wieder an u. s. f.

Das Drehen der kleinen Campherstückchen auf der Oberfläche des Wassers ist demnach bloß Erfolg der mechanischen Wirkung der Reaktion, welche die öhlige Flüssigkeit, und wenn sie sich über das Wasser ausgedehnet, gegen den Campher selbst äußert. Fällt der Mittelpunkt des Rückstoßes aller Ausflüsse nicht mit dem Mittelpunkte der Schwere des Stücks zusammen: so wird dadurch zugleich eine drehende und eine progressive Bewegung erzeugt. Da ferner die öhligen Theile sich bald auf der Oberfläche des Wassers trennen, so kann die Umwälzung bloß um eine Achse geschehen, die senkrecht auf dem Horizonte steht; und da in ähnlichen Körpern von verschiedener Größe die Seiten zu einander in einem dreyfach kleinern Verhältnisse als die Massen stehen, so müssen die kleinen Stücke verhältnißmäßig viel mehr Ausflüsse haben, und sich daher weit schneller bewegen, als die großen.

Venturi bringt alle scheinbare Irregularitäten, die man bey der Bewegung des Camphers bemerkt, auf eine Hauptregel zurück. Die Bewegung kleiner Stücke auf der Oberfläche des Wassers wird durch die Berührung des leztern mit irgend einem Körper, er mag ein Leiter oder Nichtleiter der Elektricität seyn, wenn ihm nur nichts von jener öhligen Substanz anhängt, nicht gestört; benetzt man ihn aber mit einem Tröpfchen fixen, oder mit einer geringen Menge flüchtigen Oehls, und berührt alsdann damit das Wasser an der Extremität des Tellers, so sieht man augenblicklich einen beynahe unmerkbaren Schleier auf der ganzen Oberfläche sich verbrei-

verbreiten, die Campherstückchen stoßen sich zurück, und sind, wie von einem magischen Schlafe getroffen, plötzlich ihrer Bewegung beraubt. Eine Unze Oehl an die Extremität eines Wasserbeckens gegossen, das 20 Fuß im Durchmesser hat, hält sehr bald den an der entgegengesetzten Seite sich befindenden Campher in seiner Bewegung auf. Diese schnelle Verbreitung, selbst eines fixen Oehls, auf einer großen Wasserfläche, verhindert die Ausdehnung und Bewegung der kleinen Campherstücke. Auch mit fixen Oehlen getränkte Sägespäne bewegen sich, so wie sie das Wasser berühren. Diese Bewegung ist nur nicht von Dauer, da der Schleier, den sie auf der Oberfläche desselben bilden, sich nicht in der Atmosphäre zerstreuet.

Hieraus zieht Venturi die Folgerung, daß Flüchtigkeit und Riechbarkeit keine zur Hervorbringung der Bewegung nothwendige Bedingungen sind; die Flüchtigkeit ist bloß zur Fortsetzung derselben unentbehrlich.

Zuletzt erwähnt Venturi einiger anderer in der Natur vorkommenden Bewegungen, welche in Ansehung des Mechanismus ihrer Ursache mit den Bewegungen öhliger Körper auf der Oberfläche des Wassers etwas Analoges haben. In Körpern, die man dem Feuer nähert, zieht sich immer die Feuchtigkeit zu den vom Feuer am weitesten entfernten Extremitäten zurück, da der von dem Theile sich entbindende Dunst, welcher der Flamme am nächsten ist, den übrigen nach entgegengesetzter Richtung zurückstoßt. Wassertropfen auf eine glühende Metallplatte gegossen, bleiben und hüpfen wie Kugeln darauf, weil der Dunst, der sich bey Berührung der Platten bildet, sie in Bewegung setzt, und ihnen nicht gestattet, das Metall zu berühren.

Zu diesen Bemerkungen hat Venturi in einem Briefe an Fourcroy nachfolgende Zusätze gemacht.

1) Der trockene Campher verflüchtiget sich von selbst bey einer Temperatur von 50° Reaum. auf eine bemerkbare Art; er schmelzt bey 120° und verfliegt sehr schnell. Das Verdampfen desselben findet auch im Torric. Vacuo bey der gewöhnli-

wöhnlichen Temperatur Statt; die Dämpfe sind sehr wenig elastisch und crystallisiren sich wieder an der Wand der Röhre, die sie einschließt.

2) Eine Campher säule wird weit schneller im heißem als kalten Wasser durchschnitten, er sublimiret sich über heißem Wasser sehr häufig und mit den Wasserdämpfen.

3) Der auf dem Wasser schwimmende Campher wird bey der Berührung der Sauerstoff- und kohlenstoffsauren Gas, des Wasserstoff- und Stickstoffgas in eine drehende Bewegung gesetzt und zerstreuet. Die beyden letztern bewirken dieß viel auffallender und stärker; bekanntlich lösen sie auch leichter den Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel auf.

4) Berührt der Campher beym Verbrennen auf einem Stücke Kork, das auf dem Wasser schwimmt, letzteres, so verursacht er, daß der Kork in außerordentlich schnelle Bewegung geräth; im entgegengesetzten Falle aber nicht. Diese Bewegung wird nicht bloß durch die verflüchtigten Theile des Camphers, sondern auch durch die Mitwirkung des Camphers hervorgebracht.

5) Diese Wirkung, von welcher die Bewegung aller auf dem Wasser schwimmenden Körper abhängt, hat Monge am besten erklärt. Von zwey kleinen Papierrollen, deren eine mit reinem Wasser, welches mit Campher vollkommen gesättiget ist, benetzt wird, zieht erste den Campher auf dem Wasser, welches denselben noch nicht auflöset, an, und letztere stoßt ihn zurück. Das Wasser hat eine stärkere Anziehung zum festen Campher, als zu der geringen Menge, die sich im Wasser bis zur Sättigung des letzten aufgelöset befindet. Es steigt neben dem festen Stücke auf und bildet daran eine krummlinige inclinirte Oberfläche. Der geringe bis zur Sättigung aufgelösete Theil geht neben derselben herunter, und stößt nach mechanischen Gesetzen die Oberfläche und das solide daran hängende Stück zurück. Diese Trennung des aufgelösten Theils beschleunigt die Verflüchtigung des soliden Stücks, indem es demselben immer einen Strom von frischem Wasser zuführt. Die Atmosphäre nimmt den schon aufgelö-

seten, und auf der Oberfläche des Wassers ausgebreiteten Theil des Camphers, vielleicht, indem sie ihn vermittelst ein wenig Wassers verflüchtiget, auf.

6) Wenn ein kleiner Tropfen Oehl keine Verwandtschaft zu der Oberfläche des Wassers habe, würde er dort in einer kleinen Höhlung bleiben, ob er gleich mehr erhaben als die Oberfläche selbst, die Kugelgestalt, seiner Aggregationsaffinität zu Folge, erhalten würde; da er aber einen Schleier über das Wasser ausbreitet, so muß der Tropfen selbst oder einige seiner Theile Anziehung dazu finden wie die Flüssigkeiten, die an den Wänden der Gefäße hinaufsteigen.

7) Die mit Aether oder den Ausdünstungen des erhitzten Camphers geschwängerte Luft übt auf die kleinen auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Körper eine Zurückstoßung aus, die der des Oehls und der des Kalks, im Wasser aufgelöseten Camphers analog ist; die erstern sind elastische Flüssigkeiten, die letztern tropfbare, die nicht mit einander verwechselt werden dürfen.

Herr **Howard** theilte in einem Briefe an **Nicholson** folgende Beobachtung mit, die er während der Untersuchung über das Verhalten mehrerer Substanzen auf das salzsaure Gas zu machen Gelegenheit hatte. Höchst rectificirtes thierisches Oehl entwickelte, sobald es mit diesem Gas in Berührung kam, sehr viele Dämpfe, die sich bis zu einer Höhe von 4 Zollen erhoben und sich auf eine ganz sonderbare Art wieder herabsanken. Er glaubt, daß diese Ausflüsse der Dämpfe durch eine Anziehung des Wasserstoffs zu dem umgebenden Sauerstoffe bewirkt worden sey, und die Möglichkeit der Riechbarkeit eines riechenden Ausflusses außer Zweifel setze.

B.

Barometer (Zus. zur S. 260. Th. I.). Der Herr Prof. **Schmidt** *) in Gießen hat über das hier angeführte Huygensche doppelte Barometer verschiedene Bemerkungen gemacht, welche zeigen, daß es nach richtigen Grundsätzen und in

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIV. S. 199. ff.

in der gehörigen Vollkommenheit verfertiget unter den nicht transportablen Barometern so wohl wegen seiner Empfindlichkeit als Genauigkeit, vor allen übrigen den Vorzug verdiene. Unter allen Einwürfen, welche man gegen dieses Barometer gemacht hatte, schien ihm der, welcher von der Einwirkung der Wärme herrührt, der erheblichste gewesen zu seyn, und eben dadurch ward er lange Zeit abgehalten, diesem Werkzeuge seine Aufmerksamkeit zu schenken. Allein vor ein Paar Jahren ward er durch die Theorie und Erfahrung überzeugt, daß auch dieser Einwurf völlig grundlos sey, indem man dem doppelten Barometer leicht eine solche Einrichtung geben könne, daß aller Einfluß der Wärme auf dasselbe sich völlig aufhebe und wegfalle; ein Vorzug, den bisher kein anderes Barometer hat. Nach des Herrn Schmidt's Berechnung kommt es nur darauf an, daß die Querschnitte der Cylinder (fig. 39. Th. I.) a b und d c im Verhältnisse mit den Querschnitten der Spiritus-Röhren sehr groß und von gleicher Größe sind.

Was den einen Einwurf wegen der Empfindlichkeit dieses Barometers durchs Reiben des Quecksilbers und des darüber gegossenen Liquors an den engen Röhren betreffe, so beweise die Erfahrung gerade das Gegentheil. Denn wenn das doppelte Barometer, so wohl im Sinken als Steigen, einem vollkommenen Heberbarometer regelmäßig voreile, und nur alsdann mit ihm übereinstimme, wenn der Barometerstand eine Zeitlang unveränderlich bleibe: so könne man jenes Barometer doch wohl nicht unempfindlich schelten.

In Ansehung des andern Einwurfs, daß nämlich dieses Barometer beym schnellen Fallen wegen der Adhäsion der Flüssigkeit an die Glaswand tiefer stehe, als es solle, erwiedert Schmidt, daß dieser sehr unbedeutend sey, wenn man nur keine zähe, klebrige und bloß mechanisch gefärbte Flüssigkeit auf das Quecksilber gieße. Eine Auflösung von Orseille in gutem Weingeiste sey der Absicht so vollkommen entsprechend, daß bey den schnellsten Veränderungen des Barometers die Röhre über der Oberfläche des Spiritus nicht gefärbt, sondern nur

mit einem unmerklich feinen Thau bekleidet erscheint, der die Oberfläche der Flüssigkeit um kein 0,1 Linie, d. i. in der Skale des gewöhnlichen Barometers ausgedruckt, noch kein 0,01''' erheben würde.

Der dritte, von dem Verdunsten des Liquors gegen das doppelte Barometer hergenommene Einwurf sey zwar allerdings in der Natur der Sache gegründet, allein keinesweges so erheblich, als er Anfangs scheint. Denn das Verdunsten sey in einer so engen Röhre, als man für den Liquor über dem Quecksilber bey dem doppelten Barometer zu wählen pflege, die höchstens ½ Linie im Durchmesser habe, bey einer temperirten Wärme so unbedeutend, daß die Höhe der Säule binnen Jahr und Tag kaum um einige Linien abnehmen werde. Nehme man indessen an, sie vermindere sich um einen ganzen Zoll, so entstehe doch daraus ein kaum merklicher Fehler in der Angabe des doppelten Barometers. Trete die Verminderung plötzlich ein, so würde eben dadurch der Druck auf die Oberfläche des Quecksilbers geringer, und durch dessen Uebergewicht die Oberfläche der Spiritussäule wieder in die Höhe gehoben. Bloß der Unterschied zwischen jenem Steigen, und diesem Sinken, auf die Skale des gemeinen Barometers reducirt, sey der durch das Verdunsten in der Angabe des doppelten Barometers entstandene Fehler.

Herr **Schmidt** ließ sich vom Herrn **Ciarcy** ein doppeltes Barometer verfertigen, bey welchem die beyden Cylinder ½ Paris. Zoll im Durchmesser hatten, und waren so wie die Röhre, worin sich der Spiritus bewegt, vollkommen calibrirt. Durch vorgängiges Füllen und Abwägen mit Quecksilber fand sich das Verhältniß der Durchschnitte von den Cylindern zur Röhre = 191:1. Das specifische Gewicht des mit Orseille gefärbten Weingeistes war bey einer Temperatur von 15° Reaum. = 0,907 und das specifische Gewicht des Quecksilbers = 13,5. Nach diesen Datis berechnete er die Skale des doppelten Barometers, und fand, daß 2 Zoll Bewegung am gemeinen Barometer hier 24,96 Zoll ausmachten. Hiernach wurde die Skale des doppelten Barometers so eingethei-

getheilt und beschrieben, daß die Theile, ohne weitere Reduction, den Zollen, Linien, Zehnteln und Hunderttheilen von Linien an der Skale des gewöhnlichen Barometers entsprachen. Hiernach verhielt sich also das specifische Gewicht des Quecksilbers zum Spiritus wie 15:1, und $12\frac{1}{2}$ Zoll Bewegung entsprachen 1 Zoll an der Skale des gemeinen Barometers. Wenn sich die Höhe der Spiritussäule durch das Verdunsten um 1 Zoll vermindert, so wird der Druck um $\frac{1}{15}$'' Quecksilbersäule geringer, folglich der Spiritus um $\frac{12\frac{1}{2}}{15}$ Zoll wieder gehoben. Die eigentliche Veränderung in dem Stande der Säule beträgt also nur $\frac{2\frac{1}{2}}{15}$ Zoll, welches, in der Skale des gemeinen Barometers ausgedruckt, $= \frac{2\frac{1}{2}}{15 \cdot 12\frac{1}{2}}$ Zoll $= 0{,}16$ Linien ist. Hat man daher ein doppeltes Barometer nur einmahl recht genau nach einem guten gewöhnlichen Barometer regulirt, so werde es gewiß sehr lange dauern, bevor zwischen beyden durch das Verdunsten des Spiritus eine Disharmonie entsteht. Und, was sey es endlich für eine große Mühe, wenn man nach Jahr und Tag einmahl wieder etwas Spiritus zugießen, und die Regulirung aufs neue vornehmen müsse? Müßten ja auch die gewöhnlichen Barometer von Zeit zu Zeit gereiniget und wieder ausgekocht werden, wenn sie in der gehörigen Vollkommenheit bleiben sollten.

Die einzige Unbequemlichkeit der doppelten Barometer sey bloß diese: man dürfe sie so wenig, als möglich, bewegen, damit nicht durch starke Oscillationen der Spiritus, und das Quecksilber in dem untern Cylinder so mit einander vermischt werden, daß wohl gar etwas Feuchtigkeit in den horizontalen Theil der Röhre kömmt, welcher die beyden Schenkel mit einander verbindet, indem sonst zu befürchten ist, daß sich die Feuchtigkeit durch das Quecksilber in den obern leeren Raum begebe, wodurch das Werkzeug, wegen der entstehenden Dämpfe, völlig unbrauchbar werden würde. Eben daher

müsse auf das Auskochen des Quecksilbers alle Sorgfalt verwendet werden, damit weder Luft noch Feuchtigkeit zurückbleibe, die, wegen der großen Empfindlichkeit der Werkzeuge, hier einen schädlichern Einfluß, als selbst bey den gewöhnlichen Barometern äußern würden. Am sichersten sey es, das doppelte Barometer, wenn der Spiritus aufgegossen, und der Stand derselben reguliret sey, ruhig an Ort und Stelle hängen zu lassen.

Ueberhaupt aber war die Empfindlichkeit des doppelten Barometers nach Herrn Schmidt's Beobachtungen so groß, daß jeder einzelne mäßig heftige Windstoß eine Oscillation von einigen Hunderttheilen einer Linie in dem Stande derselben veranlaßte. Er hielte daher dieses Barometer vorzüglich geeignet, die Größe der atmosphärischen Ebbe und Fluth in unsern Gegenden auszumitteln.

(Zus. zu S. 266. Th. I) Der Bürger Conté *) hat sich seit langer Zeit damit beschäftiget, ein Barometer einzurichten, welches sich vor den gewöhnlichen durch bequeme Einrichtung und Empfindlichkeit auszeichnete.

Die erste seiner Vorrichtungen war einer Taschenuhr ähnlich. Auf einer Schaale von starkem Eisen oder Kupfer paßt eine Decke von sehr dünnem Stahlblech mit ihren Rändern genau auf, und Federn halten diese Deckplatte in die Höhe, wenn, wie dieß die Einrichtung fordert, die Luft aus dem Gefäße durch eine daran befindliche Oeffnung ausgepumpt wird. Die Oeffnung läßt sich luftdicht verschließen, und dann strebt der ganze Druck der Atmosphäre die beugsame Schaale niederzudrucken. Da nun der Widerstand der Feder beständig derselbe bleibt; so muß, wenn der Luftdruck verändert wird, die Deckplatte sich erheben oder niedersinken, und diese Veränderungen werden mittelst eines Mechanismus, der einen Zeiger hin und her dreht, auf einer Gradscheibe angezeigt. Der Erfinder selbst aber verwarf dieses Instrument, wegen des nachtheiligen Einflusses, den die Temperaturveränderung auf dasselbe hat.

Eine

*) Bulletin des sciences. Floreal. an. 6. p. 106.

Eine andere Vorrichtung des Herrn Conte', gründete sich auf das schnellere und langsamere Einfließen des Quecksilbers in einen bestimmten leeren Raum bey größerem oder geringerem Luftdrucke. Aber auch diese Einrichtung war zu sehr den Temperaturveränderungen unterworfen.

Die dritte und vorzüglichste Einrichtung des Conté'schen Barometers, stellt die fig. 2. im Längendurchschnitt vor. Die Röhre, in welcher das Quecksilber steht, ist, statt wie gewöhnlich von Glas zu seyn, hier von Eisen. Oben bey a b c d, wird sie sehr viel weiter, und die Länge dieses weitern Stücks wird durch die größern Veränderungen im Stande des Quecksilbers bestimmt. Hier ist die Röhre durch Calibriren in allen Stellen gleich weit gemacht worden. In den vom Erfinder dem Nationalinstitute vorgelegten Modelle war a b c d 8 Zoll lang und hatte 18 Linien im innern Durchmesser.

Bey e f schließt sich ein Gefäß e f g h an diese Röhre luftdicht an. Es ist bey h g offen, und durch den Stempel t r u s luftdicht verschlossen. Bey i k schließt sich an dieselbe Röhre innerhalb dieses erstern ein zweytes Gefäß i k p n m an, welches innerlich die Gestalt eines abgestumpften Kegels hat, und in diese kegelförmige Höhlung paßt der Stöpsel p l n m luftdicht hinein. Die Figur stellt ihn dar, wie er in die Oeffnung des zweyten Gefäßes hineingeschoben ist, und an die untere Oeffnung der eisernen Barometerröhre bey o anschließt; und zwar soll die Seitenschraube x, welche in einen Ausschnitt desselben eindringt, ihn in fast unmerklichen Graden der Oeffnung o nähern. Durch diesen Stöpsel bey o und durch das umschließende Gefäß bey p geht eine Röhre, welche das Innere der eisernen Barometerröhre b f d a mit dem größern umschließenden Gefäße und durch den Hahn bey v auch mit der äußern Luft in Verbindung bringt.

Soll das Instrument gefüllt werden, so schließt man den Hahn v, dreht es um, zieht den Stempel t u und den Stöpsel p l m n heraus, und füllt sich die Barometerröhre p a b l, ferner das innere Gefäß p l m n und die Höhlung zwischen der innern und äußern Hülle, mit Quecksilber. Alsdann setzt

 man

man den Stempel t u s auf, bringt dann durch Zurückziehen desselben einen verdünnten Luftraum über dem Quecksilber hervor, und entfernt so die eingeschlossene Luft. Darauf schiebt man den Stöpsel p l m n und den Stempel t u wieder hinein, und öffnet v. Das Quecksilber sinkt nun nach dem jedesmahligen Stande herab, und erfüllt die größere Büchse bis zu einem bestimmten Niveau. Hier zieht man durch den für sich beweglichen mit einem Schraubenzieher versehenen Stiel s r den Stöpsel zurück, so daß die Barometerröhre keine Verbindung mehr mit der Außenseite hat. Das Stück e f g h wird dann abgewogen. Bringt man jetzt das Instrument an einen höhern Ort, so sinkt das Quecksilber in der Röhre a b c d, eben so viel fließt bey o aus, desto mehr, je weiter a b c d ist, und dieses wird in e f h g aufgefangen und wieder gewogen.

Dieses Werkzeug ist so empfindlich, daß wenn man es 204 Fuß hoch auf einen Thurm beym Platze der sonstigen Kirche Notre - Dame trug, 1877 Gran Quecksilber ausflossen, welches 9 Gran auf einen Fuß ausmacht. Der Bürger Conte hatte dem Instrument anfänglich eine Form gegeben, durch welche es einer besonderen Wage entbehren konnte. Da aber diese Einrichtung beym Gebrauche allzubeschwerliche Reduction erforderte, so verwarf er sie wieder.

Herr Müller *) zu Darmstadt bemerkt, es sey ausgemacht, daß das einfache Gefäßbarometer für Wetterbeobachtungen am bequemsten, und daß dasjenige am vorzüglichsten sey, dessen Gefäß aus einer großen gläsernen Kugel bestehe, in so fern das Barometer auch sonst nach den bekannten Vorschriften gehörig verfertigt, und nach einem de Lüc'schen Normalbarometer reguliret sey. Indessen habe doch dieses Gefäßbarometer bisher noch zwey Unvollkommenheiten besessen; die eine, daß das Quecksilber im Gefäße bey verändertem Luftdrucke nicht gleiche Höhe behalte, mithin den Barometerstand an einer festen Skale unrichtig mache. Alle bisherige Mittel aber, diesen Fehler auf die Seite zu bringen, seyen äußerst unbequem, und er wundre sich, daß noch niemand

*) Gilbert's Annalen B. V. S. 17. f.

mand auf den einfachen Gedanken gekommen sey, die gewöhnliche oben befestigte Barometerskale um so viel zu verkleinern, als es das Verhältniß der Oberflächen des Quecksilbers im Gefäße und in der Röhre erfordre. Wenn z. B. die Oberfläche des Quecksilbers im Gefäße zwanzig Mahl größer als die in der Röhre wäre, und der Druck der Luft nehme um 21 Paris. Linien der Quecksilbersäule bey unveränderter Temperatur zu, so werde das Quecksilber im Gefäße 1 Linie fallen, und das in der Röhre 20 Linien steigen, also daselbst nur 20 Linien anzeigen. Man habe demnach nichts weiter nöthig, als 20 Paris. Linien dieser Skale in 21 Theile zu theilen, und jeden Theil für 1 Paris. Linie gelten zu lassen, so werde das Barometer ohne alle Künsteleyen und Mühe den richtigen Stand von selbst anzeigen, auch mit einem vollkommenen Heberbarometer, in gleicher Temperatur, wenn es einmahl darnach regulirt sey, jederzeit so genau, als ein anderes Heberbarometer, übereintreffen.

Die andere Unbequemlichkeit der Barometer sey diese: daß man den Einfluß der Wärme jedes Mahl vermittelst des dabey angebrachten Thermometers, wenigstens durch Addition und Subtraktion, berichtigen müsse, wenn man den Stand genau wissen wolle. Um diese zu entfernen, gibt Herr Müller eine eigene Vorrichtung an, welche darin besteht, daß man nur einen am Thermometer befindlichen Zeiger an den Stand desselben zu schieben braucht, und alsdann schon den Barometerstand berichtiget findet.

Da alle übrigen Vorschläge, die Barometer sehr empfindlich zu machen, dem Wunsche nicht entsprechen, so kam Herr Wilson *) auf den Gedanken, eine neue Einrichtung dieser Art Barometer anzugeben, wovon er glaubt, daß sie keinen von den Fehlern der vorhin vorgeschlagenen unterworfen sey. Sie besteht in Folgendem: es ist (fig. 3.) ab eine Röhre, welche sich von den gewöhnlichen Barometerröhren bloß darin unterscheidet, daß sie weiter und länger ist, damit ein

*) Nicholson's Journal of natural philos. Sept. 1802.

cylindrisches Stäbchen q r darin frey im Quecksilber schwimmen könne, wovon aber ein Theil über der Quecksilberfläche heraussteht, und daß sich am untern Ende eine engere Röhre b c d statt des sonst erforderlichen Quecksilbergefäßes, angesetzt befindet. An dem untern Ende des Stäbchens ist ein Haar, oder auch ein dünner Eisendraht befestigt, welcher durch das Quecksilber geführt und bey d herausgezogen wird, so daß man mittelst desselben das Stäbchen niederziehen, und es wieder in die Höhe lassen kann.

An dem kurzen Schenkel c d, ist ein Zeichen bey n, auf welches man jedes Mahl die Quecksilberfläche stellen kann, wenn man das Stäbchen nach Erfordern in Bewegung setzt; denn wenn es niederwärts gezogen wird, so erhöhet sich der Quecksilberstand in beyden Schenkeln, welcher im Gegentheil niedriger wird, wenn man das Stäbchen in die Höhe läßt.

Hat man nun den Stand des Quecksilbers an dieses Merkmahl gebracht, so kann man aus der beobachteten Veränderung des Quecksilberstandes bey n auf eine Veränderung im Druck der Luft schließen z. B. daß dieser Druck zugenommen habe, wenn das Quecksilber unter n steht, und so hinwiederum.

Die Veränderungen des Standes so wohl bey m als bey n, sind in einem bestimmten Verhältnisse mit den Veränderungen der Länge der Quecksilbersäule m n, welche von der Luft gehalten wird. Ein gewisses Fallen oder Steigen bey m ist nämlich für das demselben entsprechende Fallen oder Steigen bey n in einem verkehrten Verhältnisse der Grundflächen oder Quecksilberschnitte, oder Quecksilbercylinder bey m und n, oder im Verhältnisse des Querschnitts der Röhre c d und des Unterschiedes der Querschnitte vom Quecksilber und Stäbchen in a b. Es seyn z. B. D, d, r die Durchmesser von a b, d c und dem Stäbchen, so ist das erwähnte Verhältniß $d^2 : (D^2 - r^2)$. Gesetzt der Quecksilberstand sey zuerst bey m und n und hernach y und x, so ist die ganze Veränderung der von der Luft gehaltenen Quecksilbersäule $My + Nx$. Setzt man $D = 5'''$, $r = 1'''$ und $d = 2'''$, so ist $d^2 : (D^2 - r^2) = 4 : 24 = 1 : 6$, folglich die Veränderung bey M zur Veränderung

änderung der ganzen Säulenlänge $= d^2 : D^2 + d^2 - r^2 = 1 : 7$, oder die Veränderung bey n zur Veränderung der ganzen Säule die von der Luft getragen wird, $= D^2 - r^2 : D^2 + d^2 - r^2 = 6 : 7$. Kann man also die Veränderungen bey m und n genau genug messen, so weiß man auch die Veränderungen im Druck der Atmosphäre.

Anstatt aber diesen Weg einzuschlagen, zieht man das Stäbchen so weit herab, bis das Quecksilber wieder an das Merkmahl n kommt, und man hat an dem Raume, welchen das aus dem Quecksilber hervorstehende Ende des Stäbchen bey diesem Herabziehen durchläuft, ein anderes Maß für die Veränderung des Luftdruckes, welches man zugleich so weit vergrößern kann, als man nur will.

Man nehme z. B. an, das Quecksilber sey von n bis x gefallen, und im langen Schenkel von m bis y gestiegen, so nimmt man durch Herunterziehen des Stäbchens so viel Quecksilber aus dem langen Schenkel hinweg, als den Raum n x auszufüllen nöthig ist; zu diesem Ende muß das Stäbchen eine gewisse Strecke niederwärts gezogen werden, und diese Strecke wird desto mehr betragen, je dünner das Stäbchen ist, so daß zwischen dem Querschnitt des Stäbchens und dem bey n oder x im kurzen Schenkel, ein bestimmtes Verhältniß für die Veränderung des Barometerstandes vorhanden ist. Herr Wilson zeigt durch analytische Rechnungen, wie man eine vergrößerte Skale für den obern Endpunkt des Stäbchens bestimmen könne, bemerkt aber am Ende, daß wegen der zu wenigen Genauigkeit, mit welcher man die Durchmesser D, d und r zu messen im Stande sey, jene Skale lieber nach Erfahrungen an einem Normalbarometer auszumitteln seyn möchte. Er bemerkt dabey, daß wenn der kurze Schenkel dc eng sey, der Vortheil größer werde; zwar vermindert dieser Umstand die Größe der Skale selbst in etwas, aber die Aenderung n x ist desto beträchtlicher, welches ein wichtiger Umstand ist; auch ist da nicht so viel Schaden von der Bewegung des Quecksilbers zu befürchten. Man kann deßhalb z. B. bey einem Quecksilberstand von 27 Zoll an einem gewöhnlichen

chen Barometer, wie hier bey q, ein Merkmahl machen, wo jetzt das Quecksilber steht; steigt es um etwa 1 Linie im gewöhnlichen Barometer, so bringt man im Wilson'schen durch Herabziehung des Stäbchens das Quecksilber im kurzen Schenkel wieder an das anfängliche Merkmahl, und sieht nach, um wie viel der Punkt q dadurch niedriger gekommen ist, z. B. bis y, so wird der Raum qy den Werth von einer Linie Aenderung anzeigen; dieß geschieht am besten so, daß man eine Skale auf dem Stäbchen selbst verzeichnet.

Herr Wilson bemerkt, daß er durch folgende Betrachtung auf diese Vorrichtung gekommen sey: es fiel ihm ein, daß, wenn man Wasser in eine lange Röhre, die an dem kurzen Schenkel eines Heberbarometers angesetzt wäre, gösse, man dadurch das Quecksilber, welches über das Merkmahl n heraufgestiegen wäre, wieder bis an dieselbe hinab bringen könnte. Eine solche Wasserhöhe, die vierzehn Mahl mehr betrüge, als die Tiefe, bis auf welche der Quecksilberstand hinabgebracht worden wäre, könnte also ein Maß für die Veränderung des Luftdruckes abgeben. Umgekehrt müßte man aus der langen Röhre so viel Wasser herausnehmen, bis ein unten befindlicher Quecksilberstand, auf diese Höhe wieder herauf gebracht worden wäre. Ein solches Zu- und Ablassen des Quecksilbers ließe sich am besten durch einen Heber, und ein etwas tiefes Gefäß bewerkstelligen. Denn wenn der Heber mit Wasser angefüllt ist, und nun das Gefäß so hoch erhoben wird, daß der Wasserstand darin höher, als der in der langen Röhre ist, so wird aus jenem Wasser in diese laufen; senkt man aber das Gefäß so weit, daß es niedriger darin steht, so erfolgt gerade das Gegentheil. Dieß Werkzeug hat alle Vortheile eines Wasserbarometers, und bedarf doch nicht eine große Höhe desselben, sondern die Röhre braucht höchstens etliche und 40 Zolle lang zu seyn. Inzwischen bemerkt Nicholson, daß auch dieses Instrument wie alle andere Barometer der Schwierigkeit unterworfen sey, daß man nicht genau sagen könne, wenn das Quecksilber gerade bey n stehe.

(Zus.

(Zus. zur S. 285. Th. I). Herr Hamilton *) hat eine Beschreibung eines neuen Reisebarometers zu Höhenmessen gegeben, dessen Einrichtung sich auf die Voraussetzung gründet, daß der Kork eine Substanz sey, welche zwar Luft aber kein Quecksilber durch ihre Zwischenräume läßt, einige besondere Fälle ausgenommen, wo man es mit Gewalt durchgepreßt hat. Das Barometer besteht aus einer Röhre von 30 Zoll Länge und einem elfenbeinernen Cylinder von etwa 2 Zoll Länge, und oberwärts 1 Zoll im Durchmesser. An dem einen Ende ist er offen, und an dem andern in einem Deckel verschlossen, der mit einer so feinen und genauen Schraube darauf gepaßt ist, daß nicht das geringste Quecksilber durchbringen kann, wenn das Instrument zusammen gesetzt ist.

In diesen elfenbeinernen Cylinder muß dann ein recht gesunder, genauer und schwammiger Kork von ungefähr ½ Zoll Länge und 1 Zoll im Durchmesser, so genau gepasset werden, daß er durch einen mäßigen Druck am Boden des Cylinders eingeschoben werden kann, und der Cylinder selbst muß inwendig durchaus so genau ausgedrehet seyn, daß der Kork bis an das andere offene Ende fortgetrieben werden kann, und hier muß der Cylinder einen schmalen, vorstechenden Ring haben, an welchen sich der Kork andrucken, und in seiner Lage festhalten läßt. Wenn sich nun der Kork in dieser Lage befindet, so muß er mit einer runden Feile so behuthsam in seiner Mitte durchbohrt werden, daß das untere Ende der Barometerröhre ganz gedränge hinein gestellt werden kann, und man schiebt dasselbe so weit hinunter, daß es bis auf einen halben Zoll, über die untere Fläche des Korks hinaus in den leeren Theil des Cylinders hinein ragt, wo aber dafür gesorgt werden muß, daß die Achse des Cylinders und der Röhre ganz in einer und derselben geraden Linie liegen.

Die Barometerröhre wird nun auf die gewöhnliche Art mit aller Sorgfalt gefüllt und alsdann so viel Quecksilber in den

*) Transact. of the Roy. Irish Acad. V. V. in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde B. I. p. 124.

den elfenbeinernen Cylinder gegossen, daß nach Anschraubung des Deckels, das untere Ende der Barometerröhre so tief im Quecksilber stehe, daß es in jeder möglichen Lage des Instrumentes, nämlich in horizontaler, schiefer oder vertikaler noch von demselben umgeben sey. Diese Röhre mit ihrer Capsel wird endlich in einem ausgehöhlten Stab von Mahagoniholz eingelassen mit einer messingenen Skale, Vernier, und oberhalb mit einem gleichfalls eingelassenen Thermometer, versehen. Das obere und untere Ende werden mit messingenen Kappen eingefaßt, die entweder aufgeschraubt, oder auch nur aufgeschoben werden.

Beym Gebrauch faßt man das Barometer fast in der Mitte zwischen den Daumen und den Fingern rechter Hand, richtet den Kopf sanft in die Höhe, und sucht durch den Einschnitt des äußern Gehäuses, wo auch die Skale zu beyden Seiten mit dem Vernier angebracht ist, nach dem Stande des Quecksilbers in der Röhre. Mit der linken Hand ergreift man den Knopf des Verniers, und schiebt den Nullpunkt desselben an die Stelle, wo das Quecksilber ruhig stehen bleibt, so wird sich dann der Barometerstand leicht abnehmen lassen. Zu mehrerer Genauigkeit kann man diese Operation 2 bis 3 Mahl wiederhohlen, und wenn sich kleine Verschiedenheiten zeigen sollten, aus denselben das arithm. Mittel nehmen.

Ueber die Zusammensetzung dieses Werkzeugs, hat Hamilton noch Folgendes bemerkt:

1) Er hat bey dem mehrjährigen Gebrauch verschiedener solcher Instrumente, so wohl sich selbst, als andere sachkundige Personen, überzeugt, daß der Kork eine Substanz sey, welche die Luft vollkommen, das Quecksilber aber im mindesten nicht durch seine Zwischenräume hindurch lasse. Diese Eigenschaft des Korks, ist für die beschriebene Einrichtung so wichtig, daß ohne dieselbe das Instrument seinen ganzen Werth verlieren würde. Daher muß man auch mit äußerster Sorgfalt, so wohl in der Wahl als der Bearbeitung des Korks zu Werke gehen, die Verschiebungen desselben im elfenbeinernen Cylinder, und der Durchgang der Barometerröhre in demselben,

selben, dürfen weder zu gedränge, noch zu leicht gehen. Ferner muß man bey Füllung des elfenbeinernen Cylinders mit Quecksilber darauf sehen, daß nur gerade so viel Quecksilber hinein komme, als nöthig ist; das untere Ende der Barometerröhre mit Quecksilber zu versehen, man mag dieß Instrument in eine Lage halten, in welcher man will; so daß auf solche Art der größtmögliche Raum für das aus der Röhre fallende Quecksilber übrig gelassen wird.

2) Die Zurichtung des Instruments wird auf folgende Weise gemacht: Man mißt den einen Durchmesser des elfenbeinernen Cylinders, der vollkommen in gleicher Weite ausgedehnt seyn muß, auf das genaueste. Eben dieselbe Weite muß auch der Deckel an der innern Seite haben, und darf überhaupt nicht tief hineingehen. Dann muß man oben so genau auch den innern Durchmesser der Barometerröhre, die deßhalb vollkommen calibrirt und fein gezogen seyn muß. Aus diesen bekannten Durchmessern läßt sich denn leicht berechnen, was für eine Verbesserung der Skale, innerhalb gewisser Gränzen, nöthig ist. Ist z. B. der Querschnitt des Cylinders zehen Mahl größer als der Querschnitt der innern Röhre, so wird 1 Linie Unterschied des Quecksilberstandes im Cylinder einen Unterschied von 10 Linien im Quecksilberstande der Röhre hervorbringen, und von diesen 10 Linien werden sich 9 oben beym Vernier, und die zehnte unten im Cylinder zeigen. Da man dergleichen Berechnung für jedes Barometer besonders vorzunehmen hat, so kann man jede Skale mit einer eignen Verbesserungstafel versehen, um den beobachteten Stand des Quecksilbers in denjenigen zu verwandeln, welchen man sogleich bekommen haben würde, wenn das Instrument ein unveränderliches Niveau gehabt hätte, und welches man deßhalb das wahre nennen kann.

Zu sicherer Fortbringung des Instrumentes empfiehlt Hamilton, den Durchmesser der Röhre nicht dicker, als $\frac{1}{10}$ Zoll zu nehmen.

3) Für geringe Höhen, und wo man in kurzer Zeit von einem Standpunkte zum andern kommen kann, ist ein einziges

ges Barometer hinreichend; sonst muß man deren zwey haben welche genau auf einerley Art verfertiget sind, und mit welchen man zu gleicher Zeit durch Signale, oder nach übereinstimmenden Uhren, Beobachtungen anstellt. Ueberdieß gehören zu jedem 2 Thermometer mit Fahrenh. Skale, eines so nahe am Barometer als möglich, um die Ausdehnung oder Zusammenziehung der Quecksilbersäule durch die verschiedene Temperatur zu bestimmen, und das andere in einer eigenen Entfernung davon, um die Temperatur der Atmosphäre im Schatten zu erfahren und daraus den Einfluß auf die Höhe einer gegebenen Quecksilbersäule im Barometer herzuleiten.

Der verstorbene Mechanikus **Voigt** *) in Jena hat ein neues Reisebarometer beschrieben, welches in die Classe der Gefäßbarometer gehört. Für den praktischen Gebrauch zieht er diese Art von Barometern den Heberbarometern vor. Das Gefäß hat die Form eines Parallelipipedums und wird am besten von Buchsbaum, oder Königsholz gemacht. An der einen Seite ist ein cylindrisches Loch angebracht, welches den untern Theil der Quecksilberröhre aufnimmt. Diese befestiget **Voigt** so, daß er dieß untere Ende mit Papier, das auf beyden Seiten mit Hausenblase verstrichen ist, so viel Mahl umwickelt, bis es gedränge in jedes Loch eingedrehet werden kann. Nachdem es trocken geworden, wird es mit einem Ansatze versehen, und in die cylindrische Höhlung mit sehr starker Hausenblase eingeleimt. Neben der Barometerröhre ist das Holz bis auf die Hälfte seiner Höhe entweder cylindrisch ausgedrehet, oder wie ein vierkantiges Kästchen gebildet, dessen Boden eine möglichst ebene Fläche von einem Umfange ist, nämlich so, wie sie **Prinz** für seine Barometergefäße vorgeschlagen hat: eine Einrichtung, die in des Herrn **De Lüc** Untersuchungen über die Atmosphäre beschrieben und abgebildet ist, und die den Vortheil gewährt, daß eine größere Menge Quecksilber nicht höher über dieser Fläche steht, als eine geringere, so bald nur die Quantität nicht so viel beträgt,

*) Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturlehre B. II.

trägt, daß das Quecksilber die Wände des Behältnisses erreicht. Um dieser Fläche eine größere Ebenheit zu geben, als es beym Ausdrehen auf der Drehbank möglich ist, arbeitet man sie, mit anfänglicher Weglassung der Wände, mittelst der Feile oder einer Planschlüssel ab, und versieht sie dann erst mit den Wänden, wobey Voigt polirte Stahlplatten sehr zweckmäßig gefunden hat. In die Mitte dieser Fläche wird eine Schraubenmutter mit feinen und scharfen Gängen bis auf eine gewisse Tiefe eingeschnitten, und am untern Ende desselben geht ein wagrechter Canal bis zur Oeffnung der eingeleimten Quecksilberröhre unter der Prinzischen Fläche hin, welcher die Communication des Quecksilbers in der Röhre mit dem im Gefäße bewirkt. Beym Nichtgebrauch des Barometers wird in jene mitten eine Flügelschraube mit einem etwas breiten Ansatze und geschmeidigen ledernen Ringe auf demselben angeschraubt, wodurch die Barometerröhre mit ihrem Quecksilber völlig von der äußern Luft abgeschnitten ist. Man muß hierbey das Barometer ein wenig neigen, daß das Quecksilber aus den Gefäßen den torricellischen Raum beynahe völlig anfüllt; nur so viel läßt man leer, als nöthig ist, bey der Ausdehnung des Quecksilbers durch vermehrte Wärme, die Röhre vor dem Zerspringen zu sichern. Man sucht auch in diesem Zustande das Instrument am besten in umgekehrter Lage zu erhalten. Dem ganzen Behältnisse gibt man übrigens noch die Lage, daß die Längenfibern des Holzes mit der Quecksilberröhre gleichlaufend werden.

Für solche Veränderungen nun, wo die Barometerstände nur um wenige Linien unterschieden sind, wird bey mäßiger Größe der Prinzischen Fläche der Mittelpunkt des Maßstabes, oder das so genannte Niveau, ohne weitere Vorrichtung und Behandlung unverändert erhalten werden können; allein bey beträchtlichen Höhenmessungen tritt bey den obersten Standpunkten zu viel Quecksilber aus der Röhre ins Gefäß, als daß es noch von den Wänden des Behältnisses entfernt bleiben sollte, man müßte denn das Behältniß sehr weit machen, welches aber dem Werkzeug seine leichte Behandlung so wohl,

als sein gutes Ansehen benehmen könnte. Es muß also in solchen Fällen das Niveau besonders berichtiget werden, und dieses hat Voigt dadurch zu erhalten gesucht, daß er in die vordere Seite des Behältnisses eine cylindrische Oeffnung bohrt, deren Achse genau auf der Prinzischen Fläche hinstreicht. Dieses Loch hat zwischen ¾ und 1 Linie im Durchmesser, und an der Stelle, wo seine Achse die Grundfläche des Behältnisses trifft, wird diese einige Linien weit konisch ausgehöhlt, so daß die Spitze dieses nach seiner Achse durchschnittenen Kegels ungefähr auf die Mitte dieses Durchschnittes von der Grundfläche trifft. Aus dieser konischen Oeffnung fließt also bey Berichtigung des Niveau das im Behältniß zu hoch stehende Quecksilber ab. Gleich unter dieser Oeffnung ist deßhalb ein kleines hohles dreyeckiges Prisma von Pappe so angebracht, daß es mittelst einer an sich habenden, im doppelten Winkel gebognen Zwinge, in einer Feder, die am untern Theile des Gefäßes angebracht ist, geschoben werden kann. Um das Ausfließen des übrigen Quecksilbers nach Gefallen zu unterbrechen, muß an der Vörderfläche des Gefäßes eine horizontale Feder angebracht seyn, deren vorderes Ende so genau an die Oeffnung schließt, daß kein Quecksilber zwischen durch kann; durch ein leichtes Abziehen dieser Feder kann hingegen das Ausfließen so gleich wieder bewirkt werden.

Die Quecksilberröhre selbst legt Voigt ganz platt auf das Bret, ohne sie zur Hälfte in dasselbe einzulassen, und es wird deßhalb das Gefäß nur so weit in das Bret eingelassen, als jener Umstand es nöthig macht. Er sucht hierdurch einen richtigen vertikalen Stand der Achse der Quecksilbersäulen möglich zu machen, als es beym Einlassen ins Bret thunlich ist. Der mit einem Nonius versehene Maßstab, wird deßhalb auch durch ein untergelegtes Fournirbretchen so weit über die Fläche des Bretes erhöhet, daß das an demselben befestigte Visir bequem auf die Quecksilbergränze gestellt werden kann. Unter diesem Maßstabe hängt alsdann das zum genauen Vertikalstellen erforderliche Pendel, woran ebenfalls Voigt einige Einrich-

Einrichtungen vorgeschlagen hat; und unter demselben findet endlich das Thermometer seinen Platz.

Zur Aufstellung des Barometers bey den Beobachtungen bedient er sich eines zarten Stativs, wie bey den Meßtischen, das man beym Nichtgebrauch als einen Wanderstab tragen kann. Oberhalb der drey Füße, wo sonst die Nuß befindlich ist, ist bloß ein cylindrisches Stück vorhanden, an welches ein hölzernes Kreuz mit einer Stellschraube befestigt werden kann. Dieses Kreuz hat an seinem vertikalen Theile ein Paar Kopfschrauben, an deren Enden sich die hintere Seite des Barometers legt. Am Ende des horizontalen Kreuzstücks ist mittelst einer Preßschraube das Barometerbret selbst befestigt, so, daß es nicht allein nach seitwärts, sondern auch etwas vor- und hinterwärts bewegt, und auf solche Weise genau vertikal gestellt werden kann.

Der Herr von Humboldt *) hat eine eigne Art eines Reisebarometers erfunden, welches folgende Einrichtung hat: die Barometerröhre, deren unterer Theil die fig. 4. vorstellt, ist an eine eiserne Röhre gekittet, die sich bey q in einen Schraubengang endigt. In diesen geht eine Schraube cd mit viereckigem Knopfe, $2\frac{1}{2}$ Linien tief hinein, und verschließt dadurch die Barometerröhre luftdicht, nachdem sie gefüllt und ausgekocht worden. Die Röhre wird umgekehrt in eine kupferne, von innen mit wollenem Zeuge, von außen mit Leder überzogene Röhre gesteckt, um auf Reisen bequem getragen zu werden. Glaubt man, daß sich einige Luft eingeschlichen hat, so ist sie unter q; es wird daher die Schraube geöffnet, und die Luft durch einige Tropfen Quecksilber entfernt; die ganze Röhre ist frey, und es kann daher untersucht werden, ob das Quecksilber darin nicht durch Blasen getrennt sey; ein Vortheil, dessen die englischen Barometer, welche verdeckt sind, entbehren müssen.

Das Gefäß, welches auf ein kleines dreyfüßiges Stativ aufgeschraubt ist, enthält das nöthige Quecksilber, und beym Gebrauche wird die Barometerröhre aus der kupfernen Röhre

 genom-

*) Journal de phys. de la Metherie. To. IV. p. 468.

genommen, und in das Quecksilber dieses Gefäßes gesenkt. Der viereckte Kopf der Schraube cd ist so groß, daß er sich in dem Gefäße leicht umdrehen läßt; wenn daher die Röhre angefaßt und umgedrehet wird, so öffnet sich die Schraube, und das Quecksilber im Innern der Röhre, welches mit der äußern Luft Verbindung erhält, sinkt bis zur jedesmahligen Barometerhöhe herab. Darauf wird mittelst der drey Stellschrauben am Stative und des Bleyloths am hölzernen Arme, woran die Barometerröhre geschraubt ist, diese Röhre in eine senkrechte Lage gebracht. Zuletzt öffnet man den aus Elfenbein gedreheten Hahn, welcher dazu bestimmt ist, ein unveränderliches Quecksilberniveau zu bewirken. Alles Quecksilber, welches im Gefäße über dem Niveau des Hahns steht, fließt durch ihn in einen eigenen Behälter aus, und sollte das Quecksilber unter dem Niveau desselben stehen, so wird das nöthige hinzugegossen. Damit aber dieser Hahn auf der Reise sich nicht etwa aufdrehe, hält ihn eine zum Anschrauben eingerichtete Gabel.

So aufgestellt kann das Instrument fortgetragen werden, indem man ein durch zwey Schrauben angedrucktes Küssen auflegt. Soll es aber auseinander genommen werden, so schließt man den Hahn, senkt die Röhre wieder so tief in das Quecksilber des Gefäßes ein, bis kein leerer Raum mehr über demselben ist, und dreht durch eine der vorigen entgegengesetzte Bewegung die Schraube cd in die Barometerröhre hinein.

Dieses Humboldtsche Barometer hat bey allen seinen Vorzügen, wie Herr Gödeking in Bayreuth bemerkt, doch zwey Unbequemlichkeiten, daß es sich nämlich nicht gut und compendiös einpacken läßt, und daß man auf jeder noch so kleinen Reise ein besonderes Gefäß mit Quecksilber mit sich führen muß. Dieß bewog Herrn Gödeking auf ein verbessertes Reisebarometer nach denselben Grundsätzen zu sinnen; und folgendes ist die Einrichtung dieses verbesserten Reisebarometers, wie er sie wirklich ausgeführt hat. Die fig. 5. stellt den untern Theil des Barometers vor; die Kapsel muß von äußerst

äußerst trocknem Holze, und so verfertiget seyn, daß sie bey den punktirten Linien $\alpha\ \beta$ aus einander geschraubt werden kann. In den obern Theil der Kapsel wird ein Stück Elfenbein b geleimt. Das Elfenbein ist mit einer etwas scharfen Kante in der Gegend m versehen, und durch dieses so wohl, als durch das Holz, ein Loch gedrehet, worin eine Barometerröhre e gekittet wird, jedoch mit der Bedingung, daß das Elfenbein bey m um eine Linie vorsteht; c und d sind mit Zapfen versehene Oeffnungen.

In den untern Theil der Kapsel ist ein Schraubengang, in welchen eine eiserne Schraube so genau paßt, daß sie nur mit Anwendung einiger Kraft hin und her gedrehet werden kann, geschnitten. Diese Schraube g hat eine eiserne Platte h, worauf ein Stück festes Leder vermittelst eines eisernen Ringes genietet ist. Diese Platte muß mit der Vorsicht an die Schraube g gebracht werden, daß an dem Orte der Befestigung kein Quecksilber durchdringen kann, welches man erreicht, wenn die Platte bey i nicht ganz durchbohrt, oder der Ansatz der Schraube genau anschließend verfertiget wird. Diese Schraube g wird nun in den Schraubengang geschraubt, und alsdann die Platte h darauf befestiget.

Soll das Barometer gefüllt werden, so bringt man den obern Theil des Gefäßes in die Richtung, daß die Röhre e senkrecht herunter hängt, gießt sie voll Quecksilber, reinigt sie auf die bekannte Weise von allen Luftblasen, füllt sie wieder bis an m mit Quecksilber, schraubt den untern Theil fest an, und verschließt die Röhre dadurch, daß man die Schraube so anzieht, daß die Schärfe m sich gleichsam in das Leder druckt. Jetzt läßt sich nun das Instrument in die Höhe richten, so daß die Barometerröhre aufwärts steht, ohne daß das Quecksilber herausläuft; ferner muß man die Kapsel durch c voll Quecksilber füllen, und das Ueberflüssige in der Kapsel und Röhre durch die zum Niveau bestimmte Oeffnung wieder herauslassen.

Um dieß Barometer zum Gebrauche im Hause und auf Reisen einzurichten, hat Gödeking zwey halbrunde Stäbe

so aushöhlen lassen, daß in einem jeden das Instrument genau bis zur mittleren Durchschnittsfläche paßt. An einem derselben ist die Skale, ein Senkbley und das Barometer selbst befestiget, in dem andern aber sind Oeffnungen zu einem Ringe und Haken mit Holzschrauben, zum kleinen Trichter und zu einem Glase mit Quecksilber geschnitten. Will man nun das Barometer transportiren, so wird es so weit geneigt, bis die Röhre voll Quecksilber ist, alsdann diese mit der Schraube fest verschlossen, der Zapfen in die Oeffnung c gedruckt und die Kapsel A ganz mit Quecksilber gefüllt; hierauf werden die beyden halbrunden Stäbe aus einander gelegt, mit messingenen Ringen befestiget, und Alles ist zur Reise fertig.

Da die bisher angegebenen Reisebarometer sehr zusammengesetzt, und zum Theil sehr kostbar sind, so gab Herr **Rodig** in Pirna folgendes sehr leicht selbst zu verfertigendes Barometer an: eine Glasröhre von mehr als 28 Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ bis 3 Linien Weite, schmelzt man an einem Ende vor dem Löthrohre zu, und füllt sie mit Quecksilber. Hierauf nimmt man ein hölzernes Schälchen, so in der Mitte bis $\frac{1}{2}$ Zoll tief eingeht, legt in dessen etwa $\frac{1}{2}$ Linie tief eingeschnittenes Dreyeck ein darin passendes Stückchen Leder, mit der weniger platten Seite aufwärts, füllt beydes, und bringt es gerade mit der Mitte umgekehrt auf die Oeffnung der Röhre, daß das Quecksilber auf das Leder genau auftreffe, und sich auf des erstern convexe Fläche ausbreite. Man hält das hölzerne Schälchen mit dem Leder fest auf die Röhre und kehrt es um, wo dann das Quecksilber nach Befinden der Umstände auf 28 Rheinl. Zolle oder auf weniger fallen wird. Wer dieses Barometer auf Reisen zu gebrauchen denkt, versieht das Schälchen unten auf dem Boden in der Mitte mit einer Stachel, welche daselbst eingeschraubt werden kann. Die Glasröhre kann sehr bequem in einem ausgehöhlten Stocke mit sich geführt werden.

Ein anderes sehr einfaches Reisebarometer, welches Herr **Klindworth** in Göttingen verfertiget hat, beschreibt Herr Benzen-

Benzenberg *), welcher es auf Reisen durch gebirgige Gegenden und Waldungen bey Tag und Nacht, und dieß oft unter Umständen, unter welchen man demselben keine Aufmerksamkeit schenken konnte, so gut fand, daß es bekannter zu werden verdiente. Es war dieses Barometer ein Heberbarometer, und die Röhre desselben inwendig 2 Linien weit. Der kurze Schenkel lag, zur Ersparung des Raums, nicht auf dem langen. Denn um zu verhüthen, daß das freye Spielen des Quecksilbers unten an der sehr kurzen Biegung nicht gestört werde, war an ihr die Röhre 3 Linien weit. Der kurze Schenkel hatte eine enge Stelle, die $\frac{3}{4}$ Zoll lang und $1\frac{1}{2}$ Linie weit war. Wurde das Barometer geneigt, so lief das Quecksilber bis an diese Stelle zurück. Dann wurde der Eisendraht, welcher unten durch einen Korkstöpsel von $\frac{3}{4}$ Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Linien Dicke ging, bis aufs Quecksilber hineingeschoben. Diese einfache Sperrung vereinigte alle Vortheile der zusammengesetztern an andern Reisebarometern. Der Kork schloß so enge, daß er bey keiner Bewegung zurück ging, und doch gab er dem Quecksilber etwas nach, wenn dieses sich bey veränderten Temperaturen ausdehnte. Wurde der Kork zu stark auf das Quecksilber gedruckt, oder war die Ausdehnung in der Mittagshitze sehr stark, so schlichen sich ganz kleine Quecksilbertröpschen am Korke vorbey, ohne dem Barometer zu schaden.

Die Skale war unmittelbar mit Flußspatsäure auf die Röhre geätzt. Da sich das Glas nur wenig ausdehnt, etwa halb so viel wie Messing, so konnte man bey den meisten Veränderungen der Temperatur die Ausdünstung der Skale vernachlässigen. Die Röhre war unten und oben 3 Zoll lang, flach geschliffen und polirt, damit die Theilstriche der Skale gerade wurden. Auf diese Weise wurden die Irregularitäten vermieden, die von der Rundung der Röhre beym Beobachten herrührten. Die Pariser Linie war in 10 Theile getheilt. Der Bequemlichkeit des Zählens halber, war der Theilstrich der Linie ganz durchgezogen, und der der halben nur halb.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. IX. S. 461.

Theilstrich des Zolles hatte zwey Punkte. Die Zahlen waren neben die Röhre auf eine pappene Skale geschrieben, die sich auf dem Halse befand. Um die Theilung desto besser zu sehen, und zwischen sie hineinschätzen zu können, beobachte sie Benzenberg mit einer kleinen Handlupe, die sechs Mahl im Durchmesser vergrößerte. Sie hatte zwey Gläser, zwischen welchen zwey Fadenkreuze ausgespannt waren, um dem Auge eine feste Directionslinie zu geben. Um der Handlupe war ein Bügel von Messing, der um das Barometer herum ging, und hinten eine Preßschraube zum Feststellen hatte. Mit dieser wurde sie über der Theilung beym Beobachten befestiget.

Das Barometer befand sich übrigens in einem Stocke, der oben die Dicke eines Zolles, unten aber eine geringere hatte. Er war der länge nach gespalten, und die Rinnen in welchen die Röhren lagen, mit Leder ausgefüttert.

Barometerveränderungen. (Zusatz zu S. 301. Th. I.) Herr von Buch *) glaubte unter andern aus dem Umstande, daß beym Ausbruche des Vesuvs im Jahre 1794, da alle meteorologische Instrumente in der größten Unruhe waren, das Barometer aber ganz allein während der 10 Tage des stärksten Ausbruchs unverändert blieb, schließen zu dürfen, daß die Barometerveränderungen nicht von dem Zustande der Oberfläche unserer Erde abhangen, sondern daß ihre Ursache weiter zu suchen sey, und daß sie, gleich den Jahreszeiten, den Tageszeiten, dem Mondlaufe u. s. f. cosmische Wirkungen seyn.

Ein beständiges Gesetz in den Veränderungen des Barometerstandes für unsere ganze nördliche Halbkugel scheine es zu seyn, daß der Luftdruck im Winter bey weiten veränderlicher als im Sommer sey, und daß der höchste und fast auch der niedrigste Barometerstand mitten im Winter, meist im Monath Januar, eintrete, wiewohl um die Herbstnachtgleiche meist noch niedrige Barometerstände vorkämen. Diese Veränderungen im Barometerstande nähmen ab, so wie es wärmer werde, bis mitten im Sommer, so daß zwischen 70 bis 50 Grad

*) de la Metherie journal de physique T. V. p. 85. sqq.

Grad Breite die Winterveränderungen mehr als noch ein Mahl so groß, als die Sommerveränderungen des Barometerstandes zu seyn pflegten. Dieses beweise sehr deutlich die Unabhängigkeit des Barometerstandes von den Witterungsveränderungen in der untern Atmosphäre.

Eine zweyte beständige und nicht weniger merkwürdige Regel sey: daß die Barometerveränderungen abnehmen, je mehr man sich dem Aequator nähere. In der heißen Zone könnten nur die heftigsten Orkane den Barometerstand um einige Linien verändern, und im ganzen Jahre pflege der größte Unterschied nicht über 4 Linien zu steigen. Dagegen ändere sich der Barometerstand in Petersburg jährlich um 36, oder wenigstens um 30 Linien, und in Prag, Wien und Paris um 20 bis 24; eine Veränderung, welche in Absicht der Barometerhöhen in Italien nie Statt finden.

Diese beyden Gesetze seyn zwar schon längst bekannt, allein man scheine sie nicht gehörig beobachtet zu haben. Sonst würde man schwerlich die Ursache der Veränderungen im Barometerstande in den Verbindungen der Atmosphäre gesucht haben, und noch immer den täglichen Barometerstand mit Regen, Wind, Nässe, Nebel und heitern Wetter in Parallele stellen, wobey man bis jetzt seine Zeit umsonst verloren habe. Man solle vielmehr aus dem Barometerstande und seiner Veränderung selbst Regeln zu abstrahiren suchen; sicher werde uns dieß eher aus dem Dunkel leiten. Als Beyspiel führt er die 18 jährigen Beobachtungen von Mayer und Kraft in Petersburg an, und bemerkt, daß es wirklich zu verwundern sey, daß dieser Gang der Veränderungen am Barometer genau mit dem Gange der Temperatur, nach verkehrter Abhängigkeit, übereinstimme. Die Jahreszeiten seyn in dieser Breite wenig angemerkt und folgten schnell auf einander. Der Winter allein halte mehrere Monathe lang mit unveränderter Strenge an; während desselben sey die mittlere Temperatur der Monathe fast dieselbe, und auch die Veränderungen im Barometerstande seyn nur wenig verschieden. Im Aprill und May endige sich der Winter, die Newa breche

auf, der Schnee schmelze, und die Temperatur steige sehr schnell; eben so schnell nähmen sodann die mittleren Barometerveränderungen ab. Im Juli sey die Temperatur die größte und die Barometerveränderungen am kleinsten. Der Herbst fehle, und der Winter folge unmittelbar auf den Sommer, indem die Temperatur von ihrer größten Höhe sehr schnell herabsinke. Dieß bezeuge auch die große Verschiedenheit der Barometerveränderungen zwischen dem August und Sept. Diese Veränderungen allein hätten uns schon belehren können, daß der Ort der Beobachtung nur 2 Monath Sommer, dagegen 9 Monath Winter habe, und daß die Uebergänge beyder Jahreszeiten in einander zwischen Aprill und May und zwischen August und September fallen. So genau seyn die Veränderungen im Barometerstande an einem Beobachtungsorte den mittleren Temperaturen verkehrt proportional. Und das sey das dritte allgemeine Gesetz in den Erscheinungen am Barometer. Zur anderweitigen Bestätigung desselben füget von Buch noch 30 jährige Barometerbeobachtungen in Prag bey.

(Zusatz zur S. 304. Th. I). Der Bürger Duc la Chapelle *) hat Beobachtungen über die täglichen Veränderungen der Atmosphäre am Barometer gemacht. Das Barometer, womit diese angestellet wurden, zeigte sich durch eine eigenthümliche Einrichtung des Fadenmikrometers zur Bestimmung der Höhe des Quecksilbers aus. An diesem waren nicht nur auf der vordern, sondern auch auf der hintern Seite der Barometerröhre Haare gezogen, welche mit einander correspondirten. Das Steigen und Fallen des Quecksilbers konnte er aus der Höhe der sphärischen Quecksilberoberfläche leicht wahrnehmen: stieg es, so betrug die Höhe derselben 2 Millimeter; war die Höhe derselben hingegen nur 1 Millimeter, so sank das Barometer. So fand er, daß um 7 Uhr des Morgens das Quecksilber täglich steige, um 2½ Uhr des Nachmittags hingegen sinke, um 10½ Uhr des Abends wieder steige, und, wie man aus einigen Beobachtungen schließen könne, nach Mitternacht wiederum sinke. Er glaubt, daß

*) Bulletin des sciences: A. 7. N. 21. p. 162.

daß diese Veränderungen dem veränderten Wärme- und Feuchtigkeitszustande, der Anziehung der Sonne auf die Atmosphäre, zugeschrieben werden müssen. Unter 230 Beobachtungen waren nur 21 widersprechend und 24 unbestimmt, und immer nur an Tagen von großen Witterungsveränderungen. Die Veränderungen am Abende waren regelmäßiger. —

Es ist bekannt, daß die Barometerveränderungen in der heißen Zone sehr gering sind, und ziemlich regelmäßig erfolgen. Schon lange hatte man daraus geschlossen, daß diese Veränderungen einer regelmäßigen Bewegung der Atmosphäre, Ebbe und Fluth, zum Grunde haben. Um nun die Größe der Ebbe und Fluth in der Atmosphäre zwischen der Zone von 1° nördlicher bis 1° südlicher Breite zu entdecken, hatte de Lamanon *) stündliche Barometerbeobachtungen angestellt. Er bediente sich hierzu auf dem festen Lande eines von Fortin zu Paris verfertigten Barometers, woran eine funfzigstel Linie Variation im Quecksilberstande bemerkbar war, und zur See eines Nairn'schen Schiffsbarometers, so wie es Cook in seiner Reise beschreibt, an welchem sich mit Hülfe eines Nonius der Barometerstand bis auf $\frac{1}{10}$ Linie bestimmen ließ.

De Lamanon beobachtete den Barometerstand während der Reise drey Mahl, beym Aufgange, bey der Culmination und beym Untergange der Sonne. Dabey bemerkte er von 10°2' nördl. Breite bis 1°17' südl. Breite einen regelmäßigen Gang in den Veränderungen der Quecksilbersäule. Immer war sie zu Mittag am größten, nahm dann bis an den Abend ab, und stieg wieder die Nacht über.

Am 28 September unter 1°17' nördl. Breite fing er vor Tagesanbruch seine stündlichen Beobachtungen an, und setzte sie mit Beyhülfe Monges's bis zum 1sten October 6 Uhr Morgens ununterbrochen fort. Jedes Mahl wurde zugleich der Stand eines Thermometers, das im Freyen hing, ferner des am Barometer befestigten Thermometers und eines Haarhygro-

*) Voyage de la Peyrouse. To. IV. 253. 256 sqq.

Hygrometers beobachtet, und die Richtung, in welcher das Schiff segelte, die Geschwindigkeit desselben und die Richtung des Windes bemerkt.

Die Resultate dieser Beobachtungen schienen ihm sehr interessant. Das Barometer stieg 6 Stunden lang und fiel wieder während 6 Stunden, stets abwechselnd, wie folgende aus seinen Beobachtungen gezogene Tabelle zeigt:

den 28. Spt.	4 U. Mrg.	bis 10 U. Mrg.	stieg das Barometer um	1,9'''
	10 — M.	— 4 — Ab.	fiel — — —	1,2
	4 — Ab.	— 10 — Ab.	stieg — — —	0,9
29. Spt.	10 — Ab.	— 4 — M.	fiel — — —	1,3
	4 — M.	— 10 — M.	stieg — — —	1,5
	10 M.	— 4 — Ab.	fiel — — —	1,3
	4 — Ab.	— 10 — Ab.	stieg — — —	1
30. Spt.	10 — Ab.	— 4 — M.	fiel — — —	0,7
	4 — M.	— 10 — M.	stieg — — —	1,4
	10 — M.	— 4 — Ab.	fiel. — — —	1,4
	4 — Ab.	— 10 — Ab.	stieg — — —	1,
1. Oct.	10 — Ab.	— 4 — M.	fiel — — —	0,8

Hieraus zieht de Lamanon den Schluß, daß die atmosphärische Ebbe und Fluth unter dem Aequator das Barometer etwa 1,2 englische Linien im Mittel variiren mache. Dieß würde nach der Voraussetzung, wenn die Atmosphäre allenthalben die Dichte an der Erde hätte, eine Erhöhung und eine Erniedrigung in der Atmosphäre von etwa 100 Fuß voraussetzen. Noch bemerkt er, daß diese Beobachtungen hinreichend beweisen, daß die Meteorologen dem Monde einen viel zu großen Einfluß auf die Erdatmosphäre zuzuschreiben pflegten, wie dieß auch la Place mathematisch bewiesen habe. Indessen würde es nicht minder unrecht seyn, dem Monde gar keinen Einfluß auf den Dunstkreis einräumen zu wollen. Denn da er im Barometerstande Veränderungen von 1,3 Linien erzeuge, so müsse er gewiß auf die Atmosphäre einwirken, und merkbare Revolutionen in ihr hervorbringen können.

(Zus. zur S. 307. Th. I.). **Batterie, elektrische.** Der Herr Obristlieutenant Haldane *) gibt folgende Methode

*) *Nicholson's* journal of natur. philos. Vol. I. p. 156.

thode an, wie die Stärke elektrischer Batterien während des Ladens zu messen sey. Die Batterie wird isolirt, ihre äußere Belegung mit dem Innern einer nicht isolirenden Leidner Flasche in Verbindung gebracht, und mit dieser ein daneben stehendes Cuthbertson'sches Universalelektrometer (m. s. Elektrometer in diesem Bande), welches man der Stärke der Ladung, die man als Einheit oder Maß hierbey brauchen will, genau eingerichtet. Indem die Batterie geladen wird, erhält die Leidner Flasche eine Ladung von entgegengesetzter Elektricität, und sobald diese stark genug ist, das Elektrometer in Bewegung zu setzen, so entladet sie sich. So oft dieses geschiehet, ist immer die Leidner Flasche gleich stark geladen, mithin an der äußern Belegung der Batterie immer gleich viel elektrische Materie in sie übergegangen, und daher auch, der Franklinschen Theorie gemäß, der Batterie selbst immer gleich viel Elektricität zugeführt worden; daher die Zahl der Schläge jener Flasche anzeigt, wie viel solche Masse von Elektricität die Batterie enthält, folglich auch die Kraft, welche die Batterie beym Entladen äußert.

Folgende Versuche wurden mit einer sehr wirksamen Nairnschen Elektrisirmaschine, mit einem Cylinder von beynahe 18 Zoll im Durchmesser, angestellt. Die kleine Batterie hatte ungefähr 6 Quadratfuß, die Flaschen 90 Quadratzoll Belegung; der Schlag der Batterie wurde durch einen Eisendraht 2 Zoll lang und 0,045 Zoll im Durchmesser, geleitet; und das Elektrometer bey jedem Versuche anders eingerichtet, indem das Gewicht in der Wage und der entladenden Kugel jedes Mahl verändert wurde.

Erster Versuch. Das Elektrometer erhielt das kleinste Gewicht, und die Entladungskugeln wurden einen Zoll weit aus einander gesetzt. Als die Batterie nach einmahliger, dann auch nach zweymahliger Entladung der Flasche, abgebrannt wurde, blieb der Draht ganz ungeändert. Nach einer Ladung von 3 Maß Elektricität, schlug die Batterie leuchtende Theilchen am Drahte ab; eben so bey 4 Maßen. Eine Ladung von 5 Maßen zerriß den Draht und machte ihn rothglühend,

hend, eine von 6 Maßen schmolz ihn in rothglühende Kügelchen zusammen. Bey 9 bis 10 Maßen entlud sich die Batterie von selbst.

Zweyter Versuch. Alles blieb wie vorhin, nur wurde die Entfernung der entladenden Kugel bis auf 2 Zoll vergrößert. Jetzt wirkte 1 Maß nichts, 2 und 3 Maß schlugen leuchtende Theilchen, letztere mit einem Dampfe, ab; 4 Maß glüheten und zerrissen den Draht; und 5 Maß schmolzen ihn in glühende Kugeln zusammen; 7 bis 8 Maß gaben eine freywillige Entladung.

Dritter Versuch. Als das Elektrometer mit dem größten Gewichte beschwert, und die entladenen Kugeln einander bis auf einen Zoll genähert wurden, blieben die Erscheinungen gerade dieselben und die Selbstentladung erfolgte bey 8 bis 9 Maßen; und als man die Entladungskugeln wieder bis auf 2 Zoll von einander entfernte, kamen alle diese Erscheinungen bey einer Zahl von Maßen, die um eins kleiner als im zweyten Versuch war, zum Vorschein; die freywillige Entladung bey 6 bis 7 Maßen.

Vierter Versuch. Das Elektrometer blieb mit dem großen Gewicht versehen. Die Entladungskugeln standen 2 Zoll aus einander, und nun wurde eine zweyte Batterie von 12 Quadratfuß Belegung zur ersten hinzugefügt, dafür aber 2 Zoll eines 0,08 Zoll dicken Drahtes eingespannt. Ein Maß wirkte nichts; 4 und 6 Maß schlugen leuchtende Theilchen, letztere unter Dampf, ab; 8 Maß brachten den Draht zum Rothglühen und zerrissen ihn; 10 Maß zerstückten ihn in rothglühende Kügelchen; und 15 bis 16 Maß bewirkten eine freywillige Entladung.

Batterie, galvanische (Voltaische Säule). (Galvanische Säule) batterie du galvanisme, de Volta) (N. A.) ist ein von Herrn **Volta** erfundener Apparat, vermittelst dessen der sogenannte Galvanismus in einem beträchtlichen Grade hervorgebracht werden kann. **Volta** machte die Beschreibung davon und der damit angestellten Versuche zuerst der londner Societät in Briefen an ihren Präsidenten

Sir Joseph Banks, wovon der erste Como den 20 März 1800. datirt ist, bekannt *).

Volta's Einrichtung dieses Werkzeugs ist folgende: Man nimmt irgend eine Anzahl Platten von Silber, oder auch von Kupfer; eine gleiche Anzahl von Zink oder Zinn, und eine gleiche Anzahl Scheiben oder Stücke von Kartenblättern, Leder, Zeug, Pappe u. dergl., welche eine Zeitlang Feuchtigkeit in sich behalten können; diese Scheiben werden mit Wasser, besser mit alkalischen Laugen, getränkt. Statt der silbernen oder kupfernen Platten können auch große Geldstücken genommen werden. Alle diese Scheiben oder Platten legt man so über einander, daß stets auf ein Silberstück eine Zinkplatte und eine feuchte Pappscheibe; dann wieder Silber, Zink, feuchte Pappe und so weiter folgen. Ist in dieser oder in einer andern Folge, worin nur die drey Stoffe stets abwechselnd liegen müssen, der ganze Vorrath an Platten und Scheiben über einander gebauet, so ist der Apparat fertig.

Da Volta die galvanische Aktion mit der elektrischen für identisch hält, so glaubt er, daß der Apparat in diesem Zustande einen beständigen elektrischen Strom durch jeden Leiter erzeuge, welcher die obere Zink- und die untere Silberplatte in Verbindung bringt; und ist dieser leitende Körper ein Thier, so empfängt es bey jeder Berührung, durch welche die Kette völlig geschlossen ist, einen Schlag; z. B. so oft man während mit der einen Hand die untere Platte berühret, die andere Hand an die obere Platte bringt. Der Schlag gleicht dem einer schwach geladenen Batterie von unermeßlicher Oberfläche, und die Intensität desselben ist so geringe, daß er nicht durch die trockene Haut dringen kann. Um ihn also zu erhalten, muß man entweder die Hände naß machen, in jede ein Stück Metall nehmen, und damit die äußersten Platten berühren, oder diese Platten mit abgesonderten Gefäßen voll Wasser in Verbindung setzen, und in diese die Hände tauchen. Der Schlag ist desto stärker, je größer die Anzahl der Platten ist. Bey 20 Stücken dringt er nur bis in die Arme; bey 100 bis in die Schultern.

*) *Nicholson's* journal of natur. philos. Vol. IV. p. 179.

Schultern. Der Strom wirkt auf das thierische System, so wohl während die Kette vollkommen ist, als in dem Augenblick des Erschütterungsschlages; und da, wo die Haut verletzt ist, ist seine Wirkung außerordentlich schmerzhaft.

Daß diese Wirkung wirklich durch Elektricität geschehe, glaubte **Volta** vermittelst des Condensators zu beweisen, weil er damit die Art der Elektricität bestimmte, und durch sie Funken erhielt. Er fand, daß die Wirkung des Apparats auf eine Wunde stärker oder stechender ist, wenn er sie an die Minusfläche desselben hielt, d. h., da wo die Elektricität aus der Wunde herausströmt, wie man das auch bey den gewöhnlichen elektrischen Funken bemerkt.

Volta erklärt sich diese Erscheinung daher, daß es eine Eigenthümlichkeit der Körper, die ein verschiedenes Leitungsvermögen für Elektricität haben, sey, in Berührung mit einander ein Strömen der elektrischen Materie zu veranlassen. So soll, wenn sich Silber und Zink unmittelbar berühren, ein stark leitender Andrang, wenn sie aber durch Wasser in mittelbarer Verbindung stehen, ein schwächerer leitender Andrang veranlaßt werden. So oft dieser Fall eintritt, soll in dem gemeinschaftlichen Vorrathe der Elektricität ein Strom oder Umlauf hervorgebracht werden.

Da die verschiedenen Leiter dem elektrischen Strome Widerstand leisten, so bemerkt er, können die Metalle sich an einem einzigen Punkte berühren, oder zusammen gelöthet seyn; die feuchten Oberflächen müssen aber eine größere Ausdehnung haben.

Viele Versuche haben ihn überzeugt, daß der Erfolg derselbe ist, wenn sich Silber und Zink berühren, oder wenn verschiedene andere Metalle die Verbindung zwischen ihnen ausmachen, so fern sich nur das Wasser mit dem Zink und dem Silber allein in Berührung befindet. Nimmt man Zink, so ist Salzwasser den alkalischen Laugen vorzuziehen; das Gegentheil findet Statt, wenn man Zinn anwendet. Durch Erhöhung der Temperatur wird die Wirkung sehr verstärkt.

Es überraschte ihn, daß der galvanische Lichtblick bey diesem Apparate nicht heftiger, als bey einigen Paar Platten war. Doch wurde er schon überzeugt, wenn man den Conduktor, der die Kette machte, an irgend eine Stelle des Gesichts, ja schon, wenn man ihn an die Brust hielt. Die Wirkung war am stärksten, wenn man die berührende Platte zwischen die Zähne nahm, so daß sie auf der Zunge lag; es entstanden dann Convulsionen in den Lippen und in der Zunge, Bliß vor den Augen und Geschmack im Munde.

Als er zwey abgestumpfte Sonden in die Ohren gesteckt hatte, ging beym Oeffnen der Kette ein Schlag durch den Kopf, mit krachendem und brausendem Geräusch; ein Versuch, den Volta nicht zu wiederhohlen wagte. Dem Organ des Geruchs ließ sich diese Elektricität nicht empfindbar machen, und zwar, wie Volta meint, weil sie sich nicht frey in der Luft verbreiten kann.

Um das Austrocknen der feuchten Scheiben zu verhindern, wodurch der Apparat unwirksam wird, schloß Volta zwey solche Säulen, jede von 20 Stücken, in Wachs oder Pech ein, und so behielten sie wochenlang ihre Wirksamkeit.

Für die belehrendste Anordnung hält Volta folgende: eine Reihe von Gläsern, oder von Bechern, die nur von Metall seyn dürfen, wird mit warmem Wasser oder einer Salzauflösung angefüllt, und in jedes Glas eine Zink- und Silberplatte getaucht, die sich aber nicht berühren dürfen. Jede Platte muß einen verlängerten Streifen oder Haken haben, vermittelst deren die Platten der verschiedenen Gläser sich so in Verbindung setzen lassen, daß das Zink des ersten Glases das Silber des zweyten, das Zink des zweyten das Silber des dritten Glases u. s. f. ist, bis Zink und Silber aller Gläser auf diese Art verbunden sind. Die Schließung der Kette zwischen dem ersten und letzten Glase bringt den Schlag hervor. Die in das Fluidum gelegten Platten sollen einen Quadratzoll groß, ihre über das Wasser hervorreichenden Streifen können aber nach Belieben schmal seyn.

Zuletzt bemerkte noch Volta, daß sein neuer Apparat die größte Aehnlichkeit mit dem elektrischen Organ des Krampffisches habe.

Carlisle verfertigte sich noch in demselben Jahre den 30. Aprill einen Volta'schen Apparat aus siebenzehn halben Kronstücken und einer gleichen Anzahl Zinkplatten und Pappscheiben, die in Salzwasser getränkt waren. Die dabey befolgte Ordnung war: Silber, Zink, Pappe, und so in der Reihe fort, daß also immer das Silber zu unterst, nämlich unter den Zink kam. Diese Säule gab den oben beschriebenen Schlag, und, wo die Haut verletzt war, eine sehr stechende Empfindung. Carlisle nebst Nicholson suchten sich zuerst zu überzeugen, daß dieß eine wahre elektrische Erscheinung sey. Dieser wegen setzten sie die Säule auf ein Bennet'sches Goldblattelektrometer, und machten die Verbindung zwischen der obern Platte der Säule und dem metallenen Fußgestelle des Instruments durch einen Draht. Die Goldblätter hätten aus einander fahren sollen, da der Umlauf oder der Strom des Schlags durch sie durchgehen müßte; sie zeigten aber keine Spur von Elektricität. Hierauf wurde Nicholson's Elektricitätsverdoppler angewandt, welcher zuvor durch 20 Umdrehungen, während deren er in Verbindung mit der Erde stand, von aller Elektricität befreyet wurde. Die eine Scheibe des Verdopplers wurde mit der Deckplatte des Elektrometers und der untern Silberplatte des Volta'schen Apparats, und die andere Scheibe nebst der Kugel des Verdopplers mittelst eines unelektrisirten Kupferdrahts mit der obern Platte der Säule in Verbindung gebracht. So entstand in dem Elektrometer eine negative Divergenz. Wiederhohlte Versuche dieser Art zeigten, daß das Silberende des Apparats sich immer in Minus-, und das Zinkende im Pluszustande befand.

Durch Versuche zeigte es sich, daß der Volta'sche Apparat durch alle gewöhnlichen Leiter der Elektricität hindurch wirkt, nicht aber durch Glas und andere Nichtleiter.

Die

Die Versuche welche Carlisle mit diesem Apparate über die Zersetzung des Wassers angestellt hat, sind bereits im fünften Theile unter dem Artikel **Wasser** erzählt worden.

Herr **Cruickshank** *) bedient sich bey seinen unter demselben Artikel angeführten Versuchen einer Säule, die aus Zink- und Silberplatten bestand, von ungefähr 1,6 Quadratzoll oberer Fläche, deren er 40 bis 100 zusammensetzte. Zum Anfeuchten der zwischenliegenden Pappscheiben, fand er liquides salzsaures Ammoniak besser als gemeines Wasser. War dieser Apparat in voller Wirkung, so erhielt man, wenn man die beyden Enden der Säule durch einen Leiter verband, aus ihnen Funken, welche im Tageslichte vollkommen sichtbar waren, und hörte dabey einen kleinen Knall oder ein Knistern. Der unter diesen Umständen ausbrechende Schlag war sehr stark, und ein Goldblattelektrometer, das sich als ein Glied in der Verbindungskette befand, wurde sehr merklich afficirt.

Die Herren Hofrath Voigt und Ritter in Jena, diejenigen, welche außer den Physikern in England, mit zuerst mannigfaltige Versuche mit der ihnen bekannt gewordenen Voltaischen Säule anstellten, änderten diesen Apparat vortheilhaft dahin ab, daß sie ein Fußgestelle von weißem Blech mit vier Kapseln versehen nahmen, in welche vier Glasröhren gesteckt wurden, die oben durch eine ähnliche Vorrichtung von Blech festgehalten wurden. Zwischen diesen beyden Blechhauben wurde nun das Wesentliche des Apparats in diejenige Ordnung gebracht, daß auf einer Unterlage von Holz, die man der bessern Isolation des Ganzen wegen noch mit einer oder etlichen Glasscheiben bedeckte, zunächst eine Platte Silber, dann eine ähnliche von Zink, und auf dieser wieder ein Stück mit Kochsalzauflösung angefeuchteter Pappe, auf diesem eine gleiche Platte Silber, dann eine ähnliche von Zink und auf dieser wieder ein Stück nasser Pappe lag. Auf dieser folgte eine zweyte ähnliche Lage von Silber, Zink und nasser Pappe, auf dieser eine dritte u. s. f. bis sich das Ganze zuletzt mit einer Zinkplatte, die auf dem letzten Stück Pappe lag,

*) *Nicholson's* journal of natur. philos. Vol. IV. p. 187.

lag, schloß. Ihre ganze Säule bestand aus 60 dergleichen Lagen. Die unten liegende Silberplatte war wie die oberste Zinkplatte mit einem metallenen Haken versehen, welcher dazu diente, die Verbindungen der beyden Enden der galvanischen Kettensäule durch Drähte u. s. f. bequemer bewirken zu können.

Dieser Apparat gab, wenn man ihre beyden Haken durch zwey recht feucht gemachte Finger der beyden Hände verband, Schläge, die bis über die Länge der berührenden Finger hinaus und bisweilen selbst bis an das Gelenk der Hände gingen. Wurde die Verbindung durch mehrere sich mit feucht gemachten Fingern anfassender Personen bewirkt, so empfanden alle den nähmlichen Schlag und in ähnlicher Stärke; brachte man statt des einen Fingers die Zunge mit dem einen der beyden Enden der Batterie in Verbindung, so fühlte man jedes Mahl empfindliche mit den bekannten Geschmacksarten begleitete Schläge, und zwar so, daß der in der Verbindung: Zink, Zunge – – – – Finger, Silber, mit starkem sauren Geschmack begleitete bey aller seiner Stärke weit milder und stumpfer war, als der stechende oder schneidende mit so genanntem alkalischen Geschmacke begleitete, in: Silber, Zunge – – – – Finger, Zink. Beyde Empfindungen dauren das ganze Geschlossenseyn der Kette durch fort. Beym Eintritt beyder bemerkt man einen starken, sich über das Gesicht verbreitenden Lichtschein, und bey genauer Aufmerksamkeit auch die mit der Schließung eintretenden, und nach ihr fortdaurenden, beyde nach dem Verhältniß der Zunge zu dem Silber der Batterie verschiedenen entgegengesetzten Lichtzustände, von welchen auch hier der erste positiv, oder eine Erhöhung, der andere hingegen negativ, oder eine Verminderung der im Auge vorher gegenwärtigen Lichtmasse ist. Diese Lichterscheinung tritt überhaupt bey jeder Verbindung irgend eines den Galvanismus leitenden innern oder äußern Theils des Vorderkopfs, z. B. der innern Fläche der Backen, der Nase, der Nasenspitze, der spongiösen Substanz der Zähne, dem Gaumen u. s. w., ein, und ist jederzeit mit einem mehr oder weniger empfindlichen Schlage und fortdauernden Empfindun-

pfindungen begleitet. Am stärksten aber hat man die erwähnten Erscheinungen, wenn man das Auge selbst in Verbindung bringt, und am vernehmlichsten, wenn man sie gegen Abend im Halbdunkel anstellt. Man bringt dazu einen durch Draht mit der oder jener Endplatte der Batterie verbundenen Metallknopf an das Auge, und einen Finger unmittelbar, oder die Zunge, die Nase u.s.w. ebenfalls durch Draht mit der andern Endplatte in Berührung. In Zink, Auge – – –, Silber, erscheint dann bey der Schließung der Kette neben einem ziemlich starken eintretenden, doch in dieser Verbindung nicht so heftig, wie in der andern, ausfallenden, Schmerz im Auge, ein außerordentlich heller und lebhafter Blitz. Bey dieser Gelegenheit hat auch Herr Ritter eine Vermuthung bestätigt gefunden, die er bereits vor zwey Jahren gehabt hatte, die nähmlich, daß bey der Einwirkung des Galvanismus auf das Auge, noch eine Farbenerzeugung in demselben vorgehe, deren Produkt verschieden ist, nach der Verschiedenheit der Construktion der Bedingungen, unter welchen sie Statt haben kann. Indem er nähmlich eines Abends bey Halbdunkel Versuche über die galvanischen Lichterscheinungen im Auge anstellte, und zur Hervorbringung des positiven Zustandes eben den Knopf eines mit dem obern Zink in Berührung stehenden Drahtes ins Auge genommen, und mit dem nassen Finger der einen Hand die Kette in der Stellung geschlossen hatte, daß das genannte Auge gegen die vier ungefärbten Glassäulen des Apparats gerichtet war, erschienen sie sogleich in einem sehr deutlichen bläulichen Lichte, und behielten diese Farbe so lange, als die Kette geschlossen blieb; gleich nach dem Moment ihrer Trennung aber erschienen sie mit einer röthlichen Flamme, die nach und nach schwächer wurde, und endlich ganz wieder verschwand. Stand dasselbe Auge auf ähnliche Weise mit dem Silber, der Finger der Hand aber mit dem Zink in Verbindung, so erschienen die Glasstäbe mit und während der Schließung der Kette in röthlichen, vom Augenblicke der Trennung an aber in einem allmählich abnehmenden, und zuletzt gänzlich verschwindenden bläulichen Lichte.

Digitized by Google

Einen Funken, wie man ihn in England bey der Schließung der Batteriekette gesehen zu haben behauptete, konnte Herr Ritter hierbey auch bey der größten Aufmerksamkeit, und unter den dazu günstigsten Umständen für dieß Mahl nicht erhalten. Er bemerkte aber dabey, daß die Schuld hiervon wohl mehr an der noch zu geringen Stärke dieser Batterie, als an einer wirklichen Unmöglichkeit eines solchen Erfolgs, gelegen haben könne.

Einige Zeit darauf bauete der Hofrath Voigt eine Zinksilberbatterie von 84 Lagen, und hier nahm er ebenfalls den Funken gewahr. Er entstand, indem der mit dem Silber verbundene Draht der Batterie mit der letzten Zinkplatte am andern Ende derselben in Berührung gebracht wurde. Nachher ist er auch häufig von Herrn Ritter und andern gesehen worden. Mit der Abnahme der Wirksamkeit der Batterie verschwand er nach und nach. Das Licht schien aber bey weiten glänzender, als es bey elektrischen Funken von ähnlicher Größe zu seyn pflegt.

Der Herr Prof. Parrot zu Dorpat *) berichtet in einem Schreiben vom 25 Nov. 1801 dem Herrn Hofr. Voigt, daß er eine vollständige Theorie aller galvanischen Erscheinungen gefunden habe, und eine wichtige Veränderung im Bau der Voltaischen Säule (Batterie) angebracht, welche, außer dem großen Vorzug einer beträchtlichen Intensität, noch den Vortheil habe, daß er mit der größten Leichtigkeit und in kurzer Zeit alle ersinnliche Modificationen in der Anordnung der Platten machen könnte. Die Anordnung desselben bestand darin, daß er die Säule horizontal bauete.

Dieses Schreiben veranlaßte den Herrn Hofr. Voigt zu einer sehr bequemen Abänderung der Voltaischen Säule in horizontaler Lage. Nachdem er diese Batterie wirklich gebauet hatte, machte er ihre Beschreibung, nebst einem neuen Versuch über die Galvanischen Erschütterungen in der unorganischen Natur, in seinem Magazin β) im Folgenden bekannt.

Wenn

*) Voigt's Magaz. B. IV. St. I. S. 75. ff.
β) Voigt's Magaz. B. IV. St. I. S. 89. ff.

Wenn die Voltaische Säule aus einer zu großen Menge von Metallplatten besteht, wie dieses besonders bey den Verbrennungsversuchen nöthig ist, so entsteht die Unbequemlichkeit, daß die feuchten Stoffe zwischen den Metallen durch den beträchtlichen Druck der obern Schichten ausgepreßt werden, wodurch einerseits diese Stoffe zu wenig Feuchtigkeit behalten, anderseits aber die gläsernen Umfassungssäulen naß werden und ihre isolirende Eigenschaft verlieren. Selbst die Metallplatten werden an den Flächen, wo sie einander berühren, und wo man sie möglichst trocken zu erhalten sucht, durch das ablaufende Wasser mehr oder weniger befeuchtet. Niemand hat die Nachtheile, welche von einem zu starken obern Druck entstehen, näher untersucht als der Herr D. van Marum, weßhalb er sich auch bewogen fand, seine Säule aus mehreren neben einander stehenden Theilen zusammenzusetzen. Durch dieses Nebeneinanderstellen wird aber doch die Absicht nicht ganz erreicht; denn sind die Theile zu klein, so werden ihrer zu viele, und der Transport eines solchen Apparats ist sehr unbequem; sind sie aber irgend etwas beträchtlich, so ist gleich wieder die Pressung der untersten Schichten zu stark, und die der obersten zu schwach. Eine vertikale Säule von einiger Höhe hat auch noch das Unbequeme, daß sie so leicht schwankt und durch den Arm eines Statives oder auf andre Art in ihrer Stellung gehalten werden muß; selbst die verschiedenen Vorrichtungen, welche bey den Versuchen nöthig sind, lassen sich bey ihr nicht gut anbringen.

Alle diese Unannehmlichkeiten sind bey der horizontalen Einrichtung, zu welcher der Herr Hofr. Voigt durch das vorerwähnte Schreiben von seinem Freunde dem Hrn. Prof. Parrot veranlaßt wurde, und die der geschickte hiesige Hr. Hofmechanikus Otteny so geschmackvoll ausgeführt hat, völlig vermieden, wie aus der nähern Beschreibung derselben, so wie aus der Ansicht der Vorstellung in der fig. 6. selbst noch deutlich erhellen wird.

abc sind zwey hölzerne gleichseitige Dreyecke, jede Seite 7 pariser Zoll lang und die Dicke von $\frac{2}{3}$ Zoll. Sie sind, der

Verzierung wegen, unten bey b c etwas ausgeschnitten und werden so wohl durch die $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser betragende und 26 Zoll langen hölzernen Stäbe m m m m, als auch durch den Messingstab d e mit einander verbunden und durch Holzschrauben mit Rosetten an den Köpfen bey b und c fest zusammen gehalten. Der Messingstab wird über g durch verzierte Schraubenmuttern von Messing, befestigt. In der Mitte dieser hölzernen Dreyecke sind messingene Schraubenmuttern von mehreren Gängen eingelassen und an beyden Enden mit Messingscheiben versehen, wodurch sie an die Hölzer angepreßt werden. Die äußern Scheiben bey g haben $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und die innern bey h $2\frac{3}{4}$ Zoll. Mitten durch gehen die eisernen Schrauben bey f und g, wovon jede 6 Zoll lang ist, um nach Maßgabe der Vielheit der Platten oder deren Stärke immer den nöthigen Raum zu haben. An beyden Enden derselben befinden sich geränderte messingene Scheiben von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, theils zum bequemen Umdrehen, theils zum Anlegen an die Platten. Nahe an der Peripherie der innern, großen Scheiben sind auf jeder Seite 3 messingene Hülsen eingeschraubt, worin sich starke Glasröhren h i stecken lassen, zwischen welchen die Metallplatten und Leder-, Tuch- oder Pappscheiben auf ihrer Peripherie aufgestellt und zusammengehalten werden. Die obere Glassäule h i dient bloß zu einem schwachen Anhaltungspunkte, die beyden untern hingegen k z müssen die Last der sämmtlichen Stücke tragen. Sie sind deßhalb durch die schräg liegenden 2 Zoll langen und 5 Linien dicken Glassäulen n n unterstützt, welche so wohl ober- als unterhalb mit messingenen Fassungen und Oesen versehen sind, um die nöthige Festigkeit dadurch zu erhalten. Sollten die Glasröhren zu schwach seyn, so kann man die Zahl dieser Strebsäulen nach Verhältniß vermehren. Hier sind sie 6 bis 7 Zoll von einander, wobey die Glasröhren $4\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser haben. Die ganze Länge a a b b beträgt 26 Zoll, wo **Voigt** 95 Lagen von Kupfer, Zink und feuchter Pappe hineinbrachte, und noch so viel Raum übrig behielt, daß er die Zahl der Schichtungen

gen bis auf 100 hätte vermehren können. Man kann die Pressung hier so stark oder schwach, und dabey so gleichförmig machen, als man es nur irgend für gut findet. Um die Vorrichtung auch für größere Platten (die des Hrn. Hofrath Voigt's haben 20 Linien im Durchmesser,) gebrauchen zu können, kann man die innere Messingplatte an den hölzernen Dreyecken bey h k etwas größer machen und ihnen Einschnitte geben, so daß sich die Messinghülsen etwas weiter auseinander stellen und durch ihre Schrauben fest anziehen lassen, wo aber auch die hölzernen Stäbe etwas zurück müssen. Es ließe sich auch wohl die Einrichtung treffen, daß man die ganze horizontale Säule oder Walze um ihre Achse drehen könnte, um die Flüssigkeit, die sich an die untere Gränze gezogen hat, wieder an die obere zu bringen, und dadurch das Naßwerden der beyden untern Glassäulen desto leichter zu verhüthen. Man kann aber auch, um diese Absicht zu erreichen, die ganze Maschine umwenden und sie einige Zeit auf die Spitzen a a setzen, nur versteht sich, daß man alsdann für die nöthige Unterstützung der Glasröhre h i zu sorgen hat, die sonst zerbrechen würde. Wenn man einen kleinen Schemel bey der Hand hat, in dessen Mitte sich eine Oeffnung für den Schraubenkopf, f oder g befindet, so kann man die horizontale Vorrichtung augenblicklich in eine verticale Lage bringen und ihr so die ursprüngliche Gestalt einer Säule geben, auch vergleichbare Versuche zwischen dieser verticalen und horizontalen Lage anstellen. Man kann, je nachdem man f oder g unten hin nimmt, bald diese bald jene Art der Elektricität unten oder oben haben. Es dienen alsdann abermahls die Stäbe m n, oder der Stab d e, zum Festhalten. Die horizontale Lage hat indessen Hr. Hofrath Voigt immer als die bequemste gefunden. Man kann da die Batterie vor sich auf einen Tisch setzen und alle Nebengeräthschaften bequem und sicher dazu stellen. So hing Hr. Voigt z. B. bey g, wo die Zinkseite war, ein ganzes Blatt Gold an die Schraube auf, und fuhr hernach mit der Spitze eines Eisendrahts, der bey k befestigt war, an den Stellen herum, die er entzünden

 wollte.

wollte. Allenthalben, in der Mitte so wohl als am Ende, ging die Verbrennung mit lebhaftem Sprühen und lautem Knistern vor sich, so daß er nach Gefallen ganze Figuren in das Goldblatt hinein brennen konnte.

Der Herr Major Helvig, der den Hrn. Hofrath Voigt auf einer Reise durch Jena besuchte, und denselben gerade mit diesen Versuchen beschäftigt antraf, verschaffte demselben eine interessante Erscheinung. In eine Glasröhre fig. 7. nach Maßgabe der Wirksamkeit der Batterie, 6 bis 7 Zoll lang und ¾ bis 1 Zoll weit, wird etwa zum 6ten Theil mit Quecksilber, und der übrige Raum größten Theils mit Wasser gefüllt. An beyden Enden sind Korkstöpsel eingekittet und durch dieselben Eisendrähte gesteckt. Jeder braucht kaum 1 Zoll weit in die Röhre zu gehen, so daß die Enden mehrere Zoll von einander stehen können. Man legt die Röhre nicht ganz wagrecht, so daß das Quecksilber nicht genau in der Mitte steht, sondern mehr an dem einen Ende liegt. Auch berührt es den darüber liegenden Draht nicht, sondern dieser streicht noch so eben darüber hin. Bringt man nun den einen Draht, worunter das Quecksilber liegt, mit der Kupferseite in Verbindung, und schließt alsdann die Kette von der Zinkseite her, so bemerkt man ein Zittern durch die Quecksilbermasse, ungefähr wie die convulsivischen Bewegungen bey dem Froschpräparate, auch oxydirt sich das Quecksilber an der einen Seite sehr schnell und merklich. Diese in den innersten und kleinsten Theilchen des Quecksilbers vorgehende Bewegung, unterscheidet sich sehr auffallend von jeder andern durch einen mechanischen Stoß an die Röhre hervorgebrachten, die mehr undulirend ist. Hr. Ritter, der diesen Versuch mit ansah, versicherte, daß auch er, ohne von demselben etwas zu wissen, dieses Phänomen bey seinen Versuchen mit den sehr großen Batterien in Gotha auf eine noch auffallendere Art gesehen habe. Bey dieser Gelegenheit benachrichtigte ihn auch derselbe, daß die Wirksamkeit der Batterien dadurch ungemein erhöht werden könne, wenn man eine warme gesättigte Kochsalzauflösung noch mit Rindergalle,

oder,

oder, in Ermangelung derselben, mit Lakmustinktur in einem so starken Maße als man es haben könne, vermischte; ferner, daß Scheiben von dünnem Pappendeckel allen andern Substanzen vorzuziehen wären; daß man übrigens wohl thäte, wenn man kurz vor dem Bau der Batterie die Metallplatte erwärmte und während dem Bauen keine Probeversuche vornähme. Hr. Hofrath Voigt befolgte alle diese Vorschriften, und die Wirksamkeit seiner Batterien hat in der That alle Erwartung übertroffen. Eisendrähte von der Dicke einer schwachen Stricknadel, nicht scharf zugespitzt, gaben in der Lichtflamme die blendendsten Funken und schmolzen bey der Berührung so fest an einander, daß sie durch ihre Schwere nicht leicht wieder von einander rissen. Wenn man mit dem einen Eisendraht an die Metalltheile der Batterie des andern Endes rührte, so waren die Funken so stark und so umhersprühend, daß manche Strahlen wohl die Länge eines Zolles hatten. Die Erschütterungen, die bey Berührung der Platten mit bloßen Händen nur etwas empfindlich sind, werden ganz unaushaltbar, wenn man große Metallmassen in die Hände nimmt, und die Kette damit schließt. Hr. Ritter hat hierzu eiserne Kugeln von etlichen Pfunden an Gewicht angewandt; mit silbernen Löffeln war aber auch schon die Erschütterung so stark, daß sie nicht leicht Jemand zum zweyten Mahl empfinden möchte.

Die erstaunlichen Wirkungen, welche man durch diesen neuen Voltaischen Apparat hervorzubringen im Stande war, machten bald die Physiker und Chemiker allgemein aufmerksam, und man fing nun allenthalben an, die Versuche zu vervielfältigen. Nur fehlte es noch an einer bequemen und kräftigen Batterie. (Die vorhin beschriebene des Hrn. Hofrath Voigt's erhielt erst im Jahr 1802. ihre Vervollkommnung.) Denn die von Volta selbst angegebene Säule, wirkt nur anfänglich stark, und verliert ihre Wirksamkeit allzuschnell; überdieß war es beschwerlich, sie alle Augenblicke umzubauen, und die oxydirten Platten zu reinigen, welches, um die volle Wirkung zu erhalten, unumgänglich noth-

wendig

wendig ist. Daher erdachte **Cruickshank** *) eine andere Einrichtung, welche ihm auch bis jetzt unter allen am meisten Genüge leistete. Er ließ nämlich von Holz, welches im Backofen gedörrt war, eine Art von Trog machen, der 26 Zoll lang, 1,7 Zoll tief und 1,5 Zoll breit war, und in die Längenwände desselben Falzen einschneiden, jede ungefähr 0,1 Zoll tief, und so breit, daß zwey auf einander gelöthete Platten Zink und Silber, jede von 1,6 Quadratzoll Oberfläche, sich genau hineinschieben ließen. Die Falzen hatten eine solche Entfernung von einander, daß je 3 derselben eine Länge von 1,3 Zoll einnahmen, so daß die Maschine 60 Plattenpaare faßte. Die zusammengelötheten Zink- und Silberplatten wurden mittelst eines Kitts aus Harz und Wachs völlig wasserdicht an den Trog gekittet, so daß kein Tröpfchen Wasser aus einer Zelle in die andere oder zwischen die zusammengeglüheten Platten dringen konnte; ein Umstand, der von wesentlichem Einflusse auf die Güte der Maschine ist, welche ohne dieß nur eine schwache Wirkung hat. Die Zellen oder Zwischenräume zwischen jedem so verkitteten Plattenpaare, goß er voll liquiden salzsauren Ammoniaks, welches die Stelle der nassen Pappe in **Volta's** Säule vertrat, dem Endzwecke jedoch weit besser als diese entsprach. Es versteht sich, daß auch hier die Plattenpaare alle einerley Stellung haben, und in allen die Silberseiten nach derselben Seite zu gerichtet seyn müssen, damit Zink und Silber stets gehörig wechseln. Berühret man die erste und letzte Zelle, so erhält man einen starken Schlag in den Armen, der sich vom Schlage der Säule etwas unterscheidet, indem er lebhafter, minder erschütternd, und ähnlicher dem gewöhnlichen elektrischen Schlage ist.

Er verfertigte 2 solche Maschinen, die zusammen 100 Plattenpaare enthielten, und mit einander in Verbindung gesetzt, einen sehr heftigen Schlag ertheilten, woselbst der Funke bey Tage sichtbar war. Was ihn aber sehr überraschte, war die geringe Kraft, welche diese Maschine in der Zersetzung

*) *Nicholson's* journal of nat. phil. Vol IV. p. 254 sqq.

setzung des Wassers äußerte, in der sie nicht mehr That, als höchstens eine Säule von 30 Plattenpaaren, deren Schlag doch sicher nicht ein Drittel so stark, als der dieser Maschine ist.

Dieser neue Apparat behält seine Wirksamkeit sehr lange, besonders wenn man die Zink- und Silberplatten zusammenlöthet. Indessen bemerkt Cruickshank, daß dieser Apparat wegen seiner mindern Wirksamkeit in der Zersetzung des Wassers, die Voltaische Säule nicht ganz entbehrlich mache.

Humphry Davy [a]) hatte wahrgenommen, daß der galvanische Schlag sehr verstärkt werde, wenn er die obere und untere Platte, da, wo die Conductoren mit ihnen in Verbindung gebracht werden, mit einer Auflösung von grünem Eisenvitriol in Wasser benetzte. Auch wirkte die Säule mit größerer Intensität ihrer Kraft, wenn er die wollenen Scheiben mit liquidem Eisenvitriol anfeuchtete; nur verlor sie alsdann ihre Wirksamkeit geschwinder. Vielleicht, vermuthet er, könnte liquider Zinkvitriol noch vortheilhafter seyn.

Herr Gilbert [b]) beschreibt eine Einrichtung eines Gestelles für Voltaische Säulen von einer beliebigen Menge von Lagen, welche zu den Versuchen mit derselben bequem und zweckmäßig ist. Es sind nämlich auf das mit 3 Stellschrauben versehene lackirte Bodenbret (fig. 8.) a b, in der Mitte drey dünne, 1 Zoll lange Glasstäbe, c, so aufgekittet, daß sich die unterste Metallscheibe der Voltaischen Säule horizontal und fest darauf legen läßt. Je nachdem man die Säule aus größern oder kleinern Scheiben, aus ganzen oder halben Laubthalern, zu construiren denkt, sind diese Glasstäbe weiter oder näher bey einander zu setzen, doch immer so, daß sie in den Endpunkten eines gleichseitigen Dreyecks stehen. Diese Glasstäbe dienen, die Säule völlig zu isoliren, und unter der Bodenplatte freyen Raum zu verschaffen, um nach Willkür die untere Fläche derselben berühren zu können.

Auch

a) *Nicholson's* journal of natur. philos. Vol. IV. p. 275.
b) Gilbert's Annalen der Physik. B. VII. S. 182 ff.

Auch an das auf und nieder bewegliche dreyseitige Bret g sind in der Mitte der nach unten gekehrten Fläche, senkrecht über den Glasstäben des Bodenbrets, drey, 1 bis 2 Zoll hohe, Glasstäbe h, ganz auf dieselbe Art, wie erstere, aufgekittet. Sie sind bestimmt, auf die oberste Metallscheibe der Säule aufzudrücken, und die Säule auch von hier so zu isoliren, daß die oberste Fläche der Endscheibe sich frey berühren läßt.

In gleicher Entfernung (von 8 oder mehrern Zollen) vom Mittelpunkte des Bodenbrets, und ebenfalls im gleichen Abstande unter einander selbst, stehen drey senkrechte hölzerne lackirte Säulen, deren Höhe und Dicke nach der Höhe der Voltaischen Säule zu bestimmen ist. Zu Säulen bis auf 180 Lagen, aus Scheiben von der Größe ganzer Laubthaler, müßten sie etwa 3 Fuß Höhe und 1 Zoll Durchmesser erhalten. In beyde Enden jeder dieser Säulen sind Schrauben gedreht, und die in das Bodenbret dazu passende Schraubenmutter d, e, f eingeschnitten, in welche die Säulen sich fest und senkrecht einschrauben lassen.

Das stark lackirte Bret i l, welches dem Gestelle zur Decke dient, hat die Gestalt eines gleichseitigen Dreyeck's, dessen Seiten etwa 2 Zoll größer, als der Abstand der Säulen von einander ist, so daß sich unweit der Ecken die runden Löcher i, k, l so einschneiden lassen, daß bey gehöriger Lage des Bretes, die obern Schrauben der Säulen gerade auf sie passen. Gibt man daher diesen Löchern einen Durchmesser, der etwas kleiner als der der Säulen, doch größer als der ihrer Endschrauben ist, so läßt das oberste Bret sich so aufschieben, daß es auf den Säulen aufliegt, indeß die Schrauben durch die Löcher darüber hervorragen, und daß es sich mittelst der als Knöpfe oder Vasen gestalteten Mutterschrauben, stark auf die Säulen aufdrucken, und dadurch dem ganzen Gestelle die nöthige Festigkeit geben läßt.

Die starke Schraube n o, welche in der in das obere Bret eingeschnittenen Mutterschraube m senkrecht herauf und herabläuft, so daß ihre Achse genau in die Achse der zu errichtenden Volta'schen Säule fällt, ist bestimmt, auf die Scheiben dieser

Säule

Säule einen senkrechten Druck anzubringen, und ihr dadurch den nöthigen Gehalt zu geben. Um sie in der gehörigen Lage zu erhalten, dient das bewegliche Bret g. Es hat die Gestalt eines gleichseitigen Dreyecks, etwas größer als das Dreyeck d e f, und die Ecken desselben sind bogenförmig ausgeschnitten, so daß es mit diesen ausgeschnitten genau an die senkrechten Säulen paßt, und mittelst ihrer, gleich Falzen, sich in horizontaler Lage, längs der Säulen herab und hinauf bewegen läßt, ohne nach den Seiten abzuweichen. Die Druckschraube o n ist darauf nach Art der gewöhnlichen Preßschraube befestiget, so daß, wenn jene zurück geschroben wird, auch dieses Bret mit in die Höhe geht, welches die große Bequemlichkeit gewährt, daß man es bey der Construktion der Säule nicht zu halten braucht.

Da indeß die Voltai'sche Säule bey einer beträchtlichen Höhe durch einen Druck längs ihrer Achse nicht Festigkeit genug erhält, sondern die Metallscheiben sich leicht über einander verschieben, und seitwärts ausweichen, da dann die Säule sich einbiegt und einstürzt, so war es nöthig, ihr hin und wieder durch einen Seitendruck zu Hülfe zu kommen. Zu dem Ende sind in der Höhe; oder 20sten bis 30sten Lage, Schraubenlöcher durch die Säulen senkrecht auf ihre Achse, und in jeder genau in einerley Ebene eingeschnitten, in welche kleine ¼ Zoll dicke Schrauben passen. Die Schraubenlöcher müssen genau so liegen, daß je drey zusammengehörige Schrauben der verschiedenen Säulen, auf dieselbe Metallscheibe in die Richtung eines Halbmessers treffen, und um die Mitte der Säule können sie in jeder Säule einander etwas näher als an den Enden, dort etwa alle 20, hier alle 30 Lagen angebracht werden. Um die Säule so viel als möglich isolirt zu erhalten, endigen sich diese Schrauben in kleine Sigellackknöpfchen, mit welchen sie unmittelbar an die Metallscheibe ausdrucken. (Noch besser würde es seyn, wenn sich diese kleine Schrauben in Glasstücken endigten). Mittelst ihrer wird jede 20ste oder 30ste Platte durch horizontalen Druck von drey Seiten, unter Winkeln von 120°, über der unter-

untersten Scheibe der Voltai'schen Säule genau senkrecht erhalten, so daß sie nirgends hinweichen kann, und daher der Druck von oben nur immer Stücke von 20 bis 30 Lagen zu sichern braucht, welches sich selbst bey Münzsorten mit ziemlich erhabenen Gepränge sehr gut erreichen läßt.

Der Oberstlieutenant Henry Haldane [α]) setzte Säulen aus verschiedenen Metallen zusammen, und fand, daß Zink und Gold, Zinn, Bley, Eisen und Kupfer wirkt. Mit denselben Metallen bleiben auch Eisen und Bley, doch weit schwächer, wirksam. Auch hing Haldane den Voltaischen Apparat unter Recipienten einer Luftpumpe auf, und pumpte die Luft so weit heraus, daß die Barometerprobe nur noch auf ½ Zoll stand. In diesem Zustande ging aber keine Wasserzersetzung mittelst kupferner Drähte vor sich, trat aber wieder ein, wenn man aufs neue Luft zuließ.

Nach Haldane's Versuchen schienen Gold und Zink unter allen am kräftigsten zu seyn, wie sich aus der Vergleichung mit einer Säule von Schillingsstücken zeigte. Silber und Zink war fast eben so wirksam, als der Goldapparat, nur mit dem Unterschiede, daß im letztern die Kraft, Gas zu erzeugen, zu prädominiren schien; denn im Goldapparate fing der Draht der Zinkseite oder des oxydirten Pols, nachdem er viel grünes Kupferoxyd abgesetzt hatte, an, Luftblasen zu entwickeln, indeß in dem Silberapparate und den übrigen, der Draht der Silberseite oder des Gaspols nach einer kurzen Zeit Oxyd abzusetzen begann. Zink und die übrigen genannten Metalle gaben gleichfalls viel Oxyd und Gas, und zwar folgten sie in ihrer Wirksamkeit folgender Maßen auf einander: Eisen, Kupfer, Bley, Zinn, Quecksilber. Letzteres gab die schwächste Wirkung, und die das Quecksilber berührenden Zinkflächen wurden stark amalgamirt.

Hr. Professor Pfaff in Kiel [β]) bereitete sich eine des Herrn Hofrath Voigt's ähnliche Batterie. Seine ersten Versuche gingen vorzüglich dahin, die Analogie mit der Elektrici-

α) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. IV. p. 313. sqq.
β) Gilbert's Annalen der Physik. B. VII. [illegible]

tricität in ihrem ganzen Umfange auszumitteln. Es gelang ihm, schon mit einer Batterie von 20, ja von 15 Platten, Funken zu erhalten. Er heftete nähmlich an den Draht, der mit dem obern Zinke in Verbindung ist, ein feines Goldblättchen, und näherte demselben vorsichtig den Draht, der mit dem untern Silber in Verbindung stand, und nun erhielt er kleine Funken von einem glänzend weißen Lichte, die bey voller Stärke der Batterie mit einem starken Knistern begleitet, aber auch bey 20 Zinkplatten schon sehr fühlbar waren. Ein anderes Verfahren sehr lebhafte Funken zu erhalten, besteht darin, daß man die beyden Drähte am Lichte schwarz macht, und gleichsam mit einem feinen Kohlenstaube überzieht. Die Kohlentheilchen wirken als die feinsten Spitzen, und der schwarze Grund macht das Licht glänzender. Bey diesen Versuchen bemerkte Herr Pfaff zum ersten Mahle nicht selten, wenn er den Draht dem Goldblättchen näherte, eine Anziehung dieses letztern, und eben so eine Aufrichtung der Kohlenstäubchen. Ein Mahl glaubte er ein Leuchten an der Säule der Metallplatte selbst zu bemerken.

Bey der bisher gewöhnlichen Einrichtung der Volta'schen Säule, hatte man die Lagen der Scheiben in folgende Ordnung gebracht: Silber, Zink, Pappe, Silber, Zink, Pappe u. s. w. und sich mit Pappe, Silber Zink endigen lassen; dagegen war die Ordnung der Lagen der Herrn Voigt und Ritter diese: Silber, Pappe, Silber, Zink, Pappe u. s. f. und sie endigte sich so: Zink, Pappe, Zink. Die Verbindung mit der untern Silberplatte wurden Hydrogendrähte, und die mit der obern Zinkplatte Oxygendrähte genannt. Diese Verschiedenheit in der Construktion der Säule veranlaßte den Herrn Böckmann *) zu Carlsruhe die Säulen nach verschiedenen Ordnungen aufzubauen. Am Ende blieb er bey folgender: Silber, Tuch, Zink, Silber, Tuch u. s. w. Silber, Tuch, Zink. Bey seinen Versuchen fand er zwar auch an beyden Drähten die bekannten Wirkungen, aber auf eine entge-

*) Gilbert's Annal. B. VIII. S. 137. ff.

entgegengesetzte Art; nämlich am Zinkdrahte das, was andre am Silberdrahte, und umgekehrt, bemerkt hatten. Denn so gab bey ihm der Zinkdraht Wasserstoffgas, und der Silberdraht Sauerstoffgas. Aehnliche Erscheinungen haben bereits Gilbert, Cruickshank, Haldane und Pfaff erhalten; allein Boeckmann war es unbekannt, ob diese ihre Säulen absichtlich oder nur zufällig auf diese Art errichtet hatten. Böckmann vermuthete daher, daß die Hauptwirkung der einzelnen Lagen der Säule von der Einwirkung des Zinks und Silbers auf das dazwischen liegende feuchte Tuch herrühre. Und deßwegen könne er nicht wohl einsehen, was bey der Ordnung, Silber, Zink, Pappe, Silber u. s. w. die untere Silberplatte bewirken könne, da sie vermuthlich nur die bereits erzeugte galvanisch-elektrische Materie von der darüber liegenden Zinkplatte u. s. w. fortleitet, so daß der daran befestigte Draht eigentlich nicht Silberdraht, sondern Zinkdraht genannt werden sollte; das Nämliche gelte auch umgekehrt bey der obersten Lage der Säule. Noch weniger zweckmäßig schien ihm aber diejenige Construction zu seyn, wo die Säule mit Silber, Pappe, Silber anfängt; denn es müsse die galvanisch-elektrische Materie hier erst von Zink durch Silber und Tuch zum untersten Silberstücke geleitet werden, und auch in diesem Falle sollte man den damit verbundenen Draht als vom Zink kommend beobachten, weil Silber und Silber wohl schwerlich auf das dazwischen liegende feuchte Tuch oder Pappe wirke; auch werde hier die obere Fläche des untersten Silberstücks gemeiniglich ausgezeichnet geschwärzt; und es sey daher wahrscheinlich, daß ein Theil der Kraft der Säule bey dieser Oxydation verloren gehe.

Dieselben Bemerkungen haben fast zu gleicher Zeit mit Herrn Böckmann die Herren von Arnim, Gruner und Erdmann gemacht, und den bisherigen Irrthum hierbey aufgedeckt.

Herr Böckmann hatte die Tuchscheiben zwischen den Metallplatten gewöhnlich mit einer starken Auflösung des Kochsalzes in Wasser angefeuchtet. War es ihm aber um vorzüg-

vorzüglich starke Funken zu thun, so nahm er anstatt des Kochsalzes, Salmiak, oder auch wohl zuweilen ein Gemisch von diesen beyden Salzen. Dann war zwar die Wirkung besonders stark, sie nahm aber schon nach etwa ¼ Stunde wieder sehr ab, und die Zinkplatten wurden stärker oxydirt, als sonst nach 1 oder 2 Tagen. Nach seinen Beobachtungen schien es, daß die stärkere oder schwächere Oxydation des Zinks mit der Stärke der Funken im genauen Verhältnisse stehe; eine Meinung, welche auch Davy hatte.

Nach des Hrn. Prof. Pfaff's Nachricht von Paris aus, haben die Herren Fourcroy, Vauquelin und Thenard außerordentlich große Funken durch Vergrößerung der Metallplatten hervorgebracht. Sie nahmen nämlich Metallplatten, ungefähr 8 Zoll im Durchmesser, und baueten aus ihnen auf die gewöhnliche Art eine Säule von acht Abwechselungen. Die Erschütterungen waren sehr schwach, kaum stärker, als die einer Säule, wo die Metallplatten nur 2 Linien im Durchmesser haben, und welche ebenfalls nur aus acht Abwechselungen besteht; dagegen wurden aber mittelst zweyer Stahldrähte, die mit beyden Extremen in Berührung standen, und im Contakt mit einander Funken herausgelockt, welche größer waren als Funken, die man sonst mit Säulen von 120 Abwechselungen erhalten konnte. Die Strahlen fuhren nach allen Seiten mehrere Linien weit aus. Das Knistern war äußerst lebhaft, und in Sauerstoffgas entzündeten sich die Stahldrähte mit lebhafter Flamme. Die Wirksamkeit hielt eine Stunde lang fast ungeschwächt an. Wurden die großen Metallplatten in mehrere kleinere zertheilt, und diese über einander gelegt, so daß man eine Säule von mehreren Abwechselungen erhielt, so nahmen nun die Erschütterungen sehr zu, aber die Funken ab. Mit der Ausbreitung der Oberfläche scheint daher der Umstand gegeben zu seyn, der die Funken verstärkt. Die eigenthümliche Inflammation, nämlich die sprühenden Funken, finden nur in einer respirabeln Luft Statt; im Wasserstoffgas, Stickgas, kohlensaurem

lensaurem Gas bemerkt man nur ein Glühen des Drahts ohne deutliche Funken, ohne Inflammation.

Auch sollen mit Ausbreitung der Oberfläche, bey übrigens geringer Zahl der Platten, die Anziehungserscheinungen merklicher werden. In Rücksicht auf Verstärkung der Erschütterungen und übrigen organischen Phänomenen kommt die Oberfläche so wenig in Betracht, daß Metallplatten von 2 Linien im Durchmesser eben so stark wirken, als solche von 20 und mehreren Linien. Die Zahl scheint hier Alles zu entscheiden. Die Salze u. s. w. welche mit dem Wasser zum Befeuchten angewandt werden, sollen nur im Verhältniß ihrer Verwandtschaft zu den verschiedenen Metalloxyden wirken. Bey Anwendung von Zinkplatten ist das Ammoniak ein gutes Befeuchtungsmittel, bey Zink, Bley u. s. w. sind es eben so gut die fixen Alkalien.

Nachdem die Herren **Böckmann**, **von Arnim**, **Gruner** und **Erdmann** die Bemerkung gemacht hatten, daß die Silberseite der Batterie die Oxydseite und die Zinkseite die Hydrogenseite sey, so entstand hieraus ein Streit zwischen den Physikern und Chemikern, unter welchen die vorzüglichsten die Herren **Ritter**, **Desormes**, **von Arnim** und **Pfaff** sind. Die beyden erstern behaupten, die Silberseite sey die Hydrogenseite und die Zinkseite sey die Oxygenseite; die beyden letztern aber hatten die entgegengesetzte Meinung. **Desormes** *) war für diese Zusammenordnung: Zink, Silber, feuchte Substanz; denn hier sagt er, ist es der Zink, der sich oxydirt, und so oxydirt sich auch der Draht, der mit dem Zink in Verbindung steht; der Zink ist also jetzt wirklich an seiner activen Stelle, und ist nicht als Conductor anzusehen. Herr **Pfaff** aber ist für diese Anordnung; Silber, feuchte Substanz, Zink u. s. f., denn sagt er, eben weil sich der Zink oxydirt, muß das Hydrogen an dem Drahte erscheinen, der mit ihm in Verbindung ist. Ueberdieß beweist er noch durch die Analogie mit den Versuchen, die er über Thiere angestellt hat, daß im wahren Elemente der Säule die feuchte Substanz

*) Annales de Chimie. To. XXXVII. Ventose p. 284 sqq.

Substanz zwischen den beyderley Metallen befindlich seyn müsse. In der That, wenn man Zink an einen Nerven bringt, ans Ende dieses Zinks Silber legt, und den Erregungsbogen durch Zink begrenzt, welcher von Silber zum Muskel geht, so erfolgen keine Zuckungen; wohl aber wenn man auf die eine Seite Zink, auf die andere Silber legt, und beyde alsdann nach Gefallen verbindet. Wäre also die erste Verbindung die wahre, so müßte das andere Stück Zink, indem es als bloßer Leiter diente, eben so gut wie jedes andere Metall seyn.

Der scheinbare Unterschied zwischen den französischen und englischen Versuchen rührt aus Folgendem her. Die letztern sagen immer, daß der Zink die positive Elektricität und das Oxygen liefere; die französischen aber legen diese Eigenschaft dem Silber bey. Dieß kommt daher, weil die Engländer ihre Säule so construiren: Zink, Silber, feuchter Körper; Zink u.s.w. Hier soll nach Pfaff's und andern Theorien die erste Zinkplatte bloß die Dienste eines Leiters verrichten. Die Franzosen hingegen construiren ihre Säule so: Silber, feuchter Körper, Zink, Silber u.s.w.

Die einzige Unbequemlichkeit, welche bey den gewöhnlichen Plattenbatterien Statt findet, ist diese: daß sie nur auf kurze Zeit wirken, und dann wieder eingerissen, die Platten gereiniget, und von neuen wieder aufgebauet werden müssen. Nach Hrn. Gilbert's Erfahrung lassen sich die oxydirten Zinkplatten am besten reinigen, wenn man das Oxyd mit einem Messer abkratzt, dann die Platten in stark verdünnter Salzsäure einige Minuten lang liegen läßt, und sie zuletzt mit Sand und einem wollenen Lappen abreibt. Das geschwärzte Silber hingegen reiniget man durchs Kochen im Wasser, worin Weinstein aufgelöset ist.

Daß aber das beständige Einreißen und Wiederaufbauen der gewöhnlichen Volta'schen Säule in mancher Rücksicht, besonders bey Versuchen, die eine lange Einwirkung der Säule erfordern, äußerst unangenehm ist, kann ein jeder leicht begreifen. Cruickshank hatte zwar seinen oben angeführten sogenannten Trogapparat zur Vermeidung dieser

Unbequemlichkeit erdacht; allein Herr **Erdmann** *) in Wien bemerkt, daß beym Gebrauche desselben vorzüglich wieder folgende Unbequemlichkeiten eintreten: 1) er kann nicht so leicht verkleinert und vergrößert werden, als die Säule, weil er ein zusammenhängendes Ganzes bildet. 2) Die Flüssigkeit bahnt sich leicht einen Weg aus einem Fache in das andere, und schwächt auf diese Art die Wirkung, ohne daß man es sogleich entdeckt. 3) Es kann kein Plattenpaar herausgenommen werden, ohne den ganzen Apparat mehr oder weniger unbrauchbar zu machen. 4) Ist er sehr kostbar, wenn er genau gearbeitet werden soll. **Erdmann** suchte daher einen zwar ähnlichen Apparat, der aber von diesen Fehlern frey wäre, aufzustellen. Er nahm hierzu 60 Zink- und eben so viel Kupferplatten in Quadratform mit stumpfen Ecken, 14''' breit, und feilte in jede der erstern am Rande eine kleine runde Rinne. Darauf schnitt er von ganz dünner Pappe 60 Rahmen 1''' breit, aus; diese wurden mit einer Auflösung von Mastix und Sandarac in Terpentinöhl getränkt, sodann auf die Zinkplatten dergestalt gelegt, daß die offene Seite des Rahmens mit der Seite der Zinkplatte zusammentraf, auf welcher sich die Rinne befand. Endlich wurde eine Kupferplatte darauf gelegt und mit der Zinkplatte so lange zusammengepreßt, bis der Lack in dem zwischenliegenden Rahmen trocken war. Auf diese Art entstand aus zwey heterogenen Metallplatten ein Behälter oder eine Kapsel, die zur Aufnahme von einer sehr dünnen Wasserschicht geschickt war. Um derselben noch mehr Festigkeit zu geben, und um sie sogleich zu isoliren, überzog er den Rand noch ein Mahl mit dem erwähnten, mit Zinnober vermischten Oehllack.

Hiernächst nahm er einen viereckigen Kasten von Birnbaumholz zur Aufnahme der Platten, dessen Länge in Lichten 5'', seine Breite $2\frac{1}{2}$'' und seine Tiefe 14''' betrug. In der Mitte war er durch eine Scheidewand der Länge nach in 2 gleiche Fächer getheilt, deren jedes genau eine Schicht von 30 der beschriebenen Kapseln zu fassen im Stande ist. Die innere

*) Annalen der Phys. v. Gilbert. B. XII. S. 458. ff.

nere Fläche des Kastens ist durchaus stark lackirt, und in der einen Seitenwand sind 2 Schrauben von $3\frac{1}{2}''$ Länge angebracht, durch beyde geht der Länge nach ein Draht hindurch, welcher oben am Kopfe der Schraube in ein rundes Oehr zusammengebogen ist, an dem andern Ende aber in ein rundes Messingscheibchen übergeht. In der gegenüberstehenden Wand sind zwey ebenfalls mit einem Oehre versehene Messingdrähte befindlich, von welchen der eine mit einer in Siegellack eingesenkten Zinkplatte, der andere aber mit einer Kupferplatte in Verbindung steht. Den ganzen Apparat zeigt fig. 9.

Soll nun der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden, und die Wirkung aller Kapseln zu gleicher Zeit Statt finden, so füllt man sie mit Salzwasser an. Am leichtesten geschieht dieß so, daß man 6 derselben auf ein Mahl zwischen den Daumen und Zeigefinger der linken Hand nimmt, die Oeffnungen, oder den Einguß derselben mit der Flüssigkeit übergießt, und sie ein Paar Mahl auf die rechte Hand aufstößt. Dadurch wird nämlich das Herabfließen des Salzwassers in den leeren Raum der Kapsel, welches sonst, bey dem geringen Abstande der beyden Platten von einander, nur allmählich erfolgen würde, sogleich zu Stande gebracht, und man braucht daher das Uebergießen mit der Feuchtigkeit nur noch ein Mahl zu wiederhohlen, um sie vollkommen anzufüllen. Ist dieß geschehen, so wird die äußere Oberfläche derselben mit einem trockenen Tuche abgewischt, und eine nach der andern in den Kasten eingesetzt, so daß die im ersten Fache F mit ihrer Kupferseite nach der Zinkseite Z hingewendet sind, die im andern Fache aber die entgegengesetzte Lage haben. Ist der Kasten auf diese Art angefüllt, und auf jeder Seite mit einer einzelnen Metallplatte geschlossen, so zieht man die Schrauben x, y etwas an, um die Platten in genauere Berührung zu bringen, und verbindet beyde Säulen durch die Pole o, r, durch welche man einen Messingdraht führt, dergestalt mit einander, daß sie jetzt nur eine einzige Säule ausmachen, deren Pole von den Drähten m und n gebildet werden.

Die Wirkungen dieses Kapselapparats sind ungemein groß; denn die Empfindungen, die er verursacht, und die Funken, welche er bey Schließung der Kette gibt, sind stärker, als die von einem gewöhnlichen Apparate mit noch ein Mahl so vielen Lagen. Bey Vergleichung desselben mit der gewöhnlichen Volta'schen Säule, und mit dem Cruickshank'schen Apparate hat er vor beyden unverkennbare Vorzüge, weil er die Vortheile beyder in sich vereiniget, ohne ihre Fehler zu haben. Der gewöhnlichen Säule wird er vorgezogen: 1) weil er stärker wirkt, so stark, als bey der gegebenen Anzahl der Platten nur möglich ist, während bey der gemeinen Säule die Wirkung durch den Zwischenkörper, welcher zur Aufnahme der Feuchtigkeit bestimmt ist, selbst aber schlecht, oder gar nicht leitet, sehr geschwächt wird; 2) weil er gleichförmiger wirkt, indem die Wasserschicht immer in unmittelbarer Berührung mit dem Metalle ist. Bey der Säule ist es dagegen schwer, jederzeit denselben Grad der Wirkung zu erhalten, indem die Zwischenleiter bald zu wenig, bald zu viel angefeuchtet sind. Enthalten sie zu wenig von der Flüssigkeit, so leiten sie aus Mangel derselben schlecht, und die Wirkung wird dadurch geschwächt; enthalten sie zu viel, so fließt dieselbe am Rande der Säule hinab, und hebt dadurch die Action von mehr oder weniger einzelnen Ketten ganz auf. 3) Weil er anhaltender wirkt, da nur sehr wenig von der Feuchtigkeit verdunsten kann, und weil dieselbe, wenn sie sich zu vermindern anfängt, leicht durch einen Federkiel wieder zu ersetzen ist, ohne daß man den Apparat auseinander nehmen dürfte. Bey der Säule hingegen verdunstet die Feuchtigkeit weit schneller, weil die Luft von allen Seiten Zutritt hat; und ist dieß ein Mahl geschehen, so muß sie umgebauet werden.

Auch dem Cruickshank'schen Apparat ist dieser Kapselapparat vorzuziehen: 1) weil er sich, wie die Säule, wirklich vergrößern und verkleinern läßt. Soll z. B. nur der vierte Theil der Plattenpaare wirken, so braucht man nur die Schraube y so tief hinein zu drehen, daß sie die Platten berührt, und man erhält dadurch sogleich eine Säule aus 15

Lagen,

lagen, deren Pole bey x und π befindlich sind. 2) Weil sich die Flüssigkeit nicht so leicht einen Weg aus den Kapseln herausbahnen kann, wie aus den Fächern des Trogapparats, indem die Metallplatten in den ersten durch einen Rahmen zusammengefüget sind. 3) Weil eine oder mehrere schadhafte Kapseln leicht herausgenommen werden können, ohne die Wirkung des Ganzen merklich zu schwächen, und endlich 4) weil der Kapselapparat leichter und ohne große Kosten zu verfertigen ist.

Was die Reinigung der Platten vom Oxyd betrifft, so wird dieselbe eben so wie beym Trogapparate dadurch bewerkstelliget, daß man die Kapseln ein Paar Mahl hinter einander mit einer verdünnten Säure, welche das Oxyd leicht aufnimmt, anfüllt, und sodann durch ein Stück dünner Pappe oder Fließpapier, das man hinein steckt, austrocknet.

Eben weil die gewöhnlichen galvanischen Säulen viele Unbequemlichkeit an sich hatten, wurde Herr **Oerstedt** *) aus Coppenhagen veranlaßt, eine andere Einrichtung ohne Platten zu versuchen. Es schien ihm nähmlich die Entwickelung von Wasserstoffgas bey verschiedenen Auflösungen der Metalle in verdünnten Säuren, eine dabey vorgehende Galvanische Operation zu beweisen; wo man also den Proceß in einer bequemen Vorrichtung vorgehen lassen müßte, um Galvanische Erscheinungen zu erhalten. Der Erfolg bestätigte zum Theil seine Vermuthung.

Die Vorrichtung des Herrn **Oerstedt** besteht aus mehreren gebogenen Glasröhren, wie die fig. 10. zeigt. Ihre Länge ist etwa 6 Zoll, und die Weite $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll. Der Raum b c ist mit einem Amalgama aus gleichen Theilen Bley und Quecksilber angefüllt; in a b befindet sich verdünnte Schwefelsäure, die aus 1 Theile so genanntem Vitriolöhl und 4 bis 6 Theilen Wasser gemischt seyn kann. z ist die Stelle wo einige Grane Zink, mit dem Amalgama in Berührung sind. Auf der andern Seite bey c ist ein Conductor von star-

*) Voigt's Magaz. B. III. St. 2. S. 412.

Digitized by Google

tem Bleydraht ins Amalgama eingeschmolzen, der sich durch die ganze Röhre d e erstreckt, und oben bey e wieder auswärts gebogen ist, um in die Mündung einer zweyten benachbarten Röhre a b, so eingelassen zu werden, daß er von der verdünnten Schwefelsäure umgeben ist.

Diese Conductoren müssen nach Hrn. Oerstedt's gemachten Erfahrung möglichst dick seyn. Denn ob gleich das Quecksilber zum Theil mit Bley gesättigt ist, so greift es doch die Conductoren etwas an, so daß sie leicht unten bey c abbrechen. Um diesem Zerbrechen zuvor zu kommen, füllte er den Raum der Röhre d e zwischen Glas und Conductor mit geschmolzenem Wachs, oder mit einer Mischung aus 4 Theilen Wachs und 1 Theil gekochtem Terpenthin an.

Anstatt des Amalgams versuchte Hr. Oerstedt die leicht schmelzende Mischung aus Wismuth, Zinn und Bley anzuwenden, aber die Crystallisirbarkeit dieser Masse macht, daß sie sich unter dem Erkalten ausdehnt, und dadurch die Glasröhre zersprengt. Vielleicht könnte man aber diesem Unfalle dadurch vorbeugen, daß man dem Gemische etwas weniges Quecksilber zusetzte.

Die Zusammensetzung mehrerer solcher Röhren zu einer Batterie geschieht so, daß, wie schon oben erwähnt worden, alle Mahl das umgebogene Ende des Conductors in denjenigen Schenkel der Röhre eingelassen wird, der die verdünnte Schwefelsäure mit dem Zink enthält. Füllt man diesen Schenkel ganz voll, so ist es genug, wenn der Conductor der vorigen Röhre in die nächste etwa ein Zoll tief hinabhängt. Wenn bey a der Anfang der Batterie wäre, so wird da auch ein hakenförmiger Conductor angehängt, dessen äußeres Ende alsdann frey bleibt. Es ist dieser der positive, und derjenige, der im Wachse eingeschmolzen ist und das Amalgama berührt, der negative Conductor. Jener liefert bey Anwendung eines Gold- oder Platinadrahts, das Oxygengas, und dieser das Hydrogengas. Will man mehrere Röhren aufstellen, als bequem in einer Reihe angebracht werden können, so ordnet man sie am besten in gepaarten

Reihen

Reihen an; denn wenn sie ungepaart sind, so kommen die beyden Endconductoren zu weit auseinander zu stehen, welches eine große Unbequemlichkeit im Gebrauche des Apparats verursacht. Uebrigens lassen sich diese Röhren sehr gut in Sande befestigen, oder auch noch auf andere Arten in einer aufrechten Stellung erhalten.

Ueber die Wirksamkeit dieser Batterie, kann Hr. Oerstedt noch keine ganz bestimmte Auskunft geben, doch versichert er, daß 3 Röhren schon eine ziemlich lebhafte Gasentwickelung in einer mit Wasser gefüllten und auf die gewöhnliche Art mit Drähten versehenen Röhre hervorbringen, nur dürfen freylich die Drähte nicht über ein Paar Linien von einander mit ihren Spitzen entfernt seyn. Mit 4 Röhren hat Hr. Oerstedt viele chemische Versuche angestellt. Eine solche Batterie von 30 Röhren gab unter sehr ungünstigen Umständen merkliche Erschütterungen. Die Dauer der Wirksamkeit ist ziemlich lang. Hr. Oerstedt hat diesen Apparat wegen verschiedener Umstände noch nicht genau untersuchen können; indessen versichert er, daß er ihn länger als 8 Tage in ununterbrochener Wirksamkeit gesehen habe.

Der beständige Verlust der verdünnten Schwefelsäure an Wasser, macht es nothwendig dann und wann einige Tropfen Wasser, oder noch besser verdünnte Säure nachzugießen.

Bey dem Hierseyn des Hrn. Dr. Oerstedt in Jena zeigte er eine solche Batterie mit 4 Röhren dem Hrn. Hofrath Voigt, welcher versichert, daß selbige in Ansehung der Entbindung des Gas und des Geschmacks an der Zungenspitze noch merklicher war, als er beydes (freylich unter ungünstigen Umständen,) bey seiner Silberbatterie aus Zink- und Silberplatten von 30 Lagen kaum gehabt hat.

Des Herrn Oerstedt's Volta'scher Apparat ist eigentlich Volta's sogenannter Becherapparat, welcher dem Herrn Bergassessor Gahn *) einfacher und bequemer als letzterer und der Cruickshank'sche Apparat schien. Herr Gahn machte einige Abänderungen daran. Statt der Röhren nahm er 4 Zoll hohe und

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIV. S. 235.

und 1 Zoll weite Gläser, und legte auf den Boden eines jeden etwas Bley, Zinn oder Zink, oder ein aus diesen Metallen gemischtes Amalgama. Das schmälere Ende eines zuvor in Quecksilberauflösung getauchten und, die Enden ausgenommen, mit einer Mischung aus Wachs und Harz überzogenen streifenförmig geschnittenen Kupferblättchens, wurde in dieses Amalgama gesteckt, das andere breitere Ende in das nächste Glas hineingebogen, so daß es in einiger Entfernung über dem Amalgama blieb. Auf das Amalgama warf er einige Zinkstückchen, füllte in die Gläser liquiden schwefelsauren Zink, dem noch etwas Schwefelsäure zugesetzt wurde, und überzog die Ränder der Gläser mit einer Mischung aus Wachs und Harz, um das Uebersteigen salziger Incrustationen über die Ränder zu vermeiden. — Eine solche Batterie behielt ihre Kraft, ohne merkliche Abnahme, wenigstens einen Monath lang, genügte Herr **Gahn** aber doch nicht ganz. Das Amalgama dient bloß zur genauen und vollkommenen Berührung zwischen Zink, Bley und Kupfer. Ihr Vortheil besteht allein darin, daß man einzelne Zinkstückchen und Körner anwenden, und wenn der alte oxydirt ist, neuen hineinwerfen kann.

Um der Korkstöpsel entübriget zu seyn, welche in manchen Versuchen Störung oder Unbequemlichkeit verursachen, hat Herr **Gahn** an den Enden der gebogenen Röhren des Gasapparats Hälse angebracht, und in diese gläserne, aus dicken Thermometerröhren verfertigte Stöpsel eingeschmirgelt. Die durch diese Stöpsel oder Röhren gehende Drähte werden an der innern Seite mit etwas Wachs und Harz befestiget. An das Knie der Röhren schmelzt Herr **Gahn** vor der Lampe eine oder zwey umgebogene kleinere Röhren zur Ableitung der Gasarten.

Herr **Hauff** *) zu Marburg bemühete sich ebenfalls, eine Einrichtung aufzufinden, bey welcher ihre Kraft ungeschwächt und ununterbrochen, gleich einem Automate, fortdauerte. Er bemerkt, daß es leicht zu übersehen sey, daß es

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XV. S. 77. f.

es darauf ankommen würde, zwey heterogene Metalle und einen flüssigen Leiter so in ein Ganzes zu vereinigen, daß jede Schichte für sich bestünde, und sich doch mit den übrigen ohne Weitläuftigkeit zu einer Säule vereinigen ließe, und daß man überhaupt die Flüssigkeit immerfort erneuern, aber mit andern Flüssigkeiten ohne Schwierigkeit vertauschen könne.

Er ließ zu dem Ende kleine Glaskugeln von $2\frac{1}{2}''$ Durchmesser blasen, und sie mit einem Tubulus und Glasstöpsel versehen, und schliff dann von beyden Seiten der Kugel Segmente von gleicher Größe parallel ab (fig. 11.). An der einen Seite küttete er eine Kupferscheibe a b luftdicht auf; an der andern wurde ein messingener Ring c d mittelst Schmirgels auf das Glas aufgerieben, und wenn er überall genau paßte, mittelst eines kalten Kitts so auf dem Glase befestiget, daß er luft- und wasserdicht schloß. Dieser messingene Ring war oben mit einer Mutterschraube versehen, in welche ein zweyter um die Zinkplatte g gelötheter und mit Schraubengängen versehener Messingring e f sich einschrauben ließ. Die kleinen Löcher m, n sind für einen Schraubenschlüssel bestimmt, mittelst dessen sich diese Platte recht fest in den Ring einschrauben läßt. Zur Reinigung dieser Platten bediente er sich eines Pinsels, und beym Kupfer mit Essig stark angefeuchteter Asche, beym Zink in Essig aufgelöseter Kreide.

Um diesen Apparat auf eine noch wohlfeilere Art zu Stande zu bringen, verschaffte er sich Glascylinder, die $\frac{1}{2}''$ hoch, $1\frac{1}{2}''$ weit, und an beyden Enden offen waren, und befestigte auf sie eine Kupferplatte und eine herauszuschraubende Zinkplatte, beyde ganz auf dieselbe Art, wie im vorigen Apparate. Der messingene Ring hat in diesem Apparate ein kleines Loch, aus welchem Luft und Flüssigkeiten entweichen können, und das sich durch eine feine Schraube verschließen läßt.

Zu einer dritten Abänderung des Apparats nahm er Glascylinder von derselben Weite, $1''$ Höhe und dickem Glase, in deren Seite in der Mitte ein kleines Loch eingeschliffen, und darin

darin ein Glasstöpsel eingerieben war, und an deren offenen Enden beyde Metallplatten unmittelbar aufgekittet wurden.

Um nun aus solchen einzelnen Stücken eine galvanisch-elektrische Batterie zu errichten, bedient er sich eines länglichten Kastens (fig. 12.) a b, der vorn mit einem Schieber versehen ist, und dessen innerer Theil, wenn der Schieber fortgenommen ist, sich herausziehen läßt. Das unterste Drittel dieses innern Theils besteht aus einem Schiebkasten c d, in welchen die nöthigen Conductoren, Directoren, Ketten, isolirende Glasplatten, Communicationsplatten, Druckschrauben u. dergl. liegen. Der obere Theil ist von vorn und oben offen, damit man überall frey zukommen könne, und in den Seitenwänden befinden sich einander gegenüber parallele Einschnitte, wie k l, m n, in welche Glasstäbe oder Glasröhren hineingeschoben werden, die da, wo diese Einschnitte zu Ende gehen, aufliegen. Zwey solche Glasstäbe tragen die Metallscheiben des Apparats aus Glascylindern; die sphärischen Fläschchen, welche nicht mit dem Metalle, sondern mit dem Glase aufliegen, brauchen dagegen nur von hölzernen Stäben getragen zu werden, und auch diese befinden sich in dazu verfertigten Einschnitten im Kasten. In beyden Fällen werden die einzelnen Fläschchen so hineingesetzt, daß die Zinkseite jeder in der andern Reihe, wo o liegt, nach einerley, und in der hintern Reihe, wo p liegt, nach der entgegengesetzten Seite gekehret ist; beyde Reihen endigen sich bey l und n mit isolirenden Glasscheiben, vor welche zwey mit einander zusammenhangende Metallscheiben, welche die Gestalt einer Brille haben, gesetzt werden. An der gegenüberstehenden Seite des Kastens sind Löcher mit Schraubengängen eingeschnitten, in welche man dann die hölzernen Schrauben q, r einschraubt, mittelst deren die einzelnen Fläschchen jeder Reihe mit einer gewissen Kraft aneinander gedruckt, und dadurch in eine genaue Berührung gebracht werden. An dieser Seite liegen beyde Enden der Säule, an welchen sich Drähte oder Ketten zu Versuchen befestigen lassen.

Daß

Daß mittelst eines solchen Apparats die Säule in ein wahres dauerndes Automat verwandelt werde, davon glaubt sich Hauff durch Versuche überzeugt zu haben. Doch geschieht dieß nur, wenn die Flüssigkeit weder durch die Fugen und den Kitt, noch durch die Poren des Zinks aus dem Innern der einzelnen Flaschen entweichen kann.

Herr Hauff versichert, daß schon seit einem Monathe ein Apparat aus 60 cylindrischen Fläschchen in seinem Zimmer stehe, ohne während dieser Zeit das geringste von seiner Wirksamkeit verloren zu haben, von welchem 20 Fläschchen einen ungleich stärkern Schlag geben, als eine gewöhnliche Säule von 40 Schichtungen. Die Kupferscheiben hatten ihren vollen Metallglanz, und die Zinkscheiben waren nur mit einer höchst dünnen matten Haut überzogen, die bey einem leichten Reiben mit dem Finger sich ablöset, und die Wirksamkeit der Säule nicht im geringsten schwächt.

Endlich bemerkt er noch, daß man die Wirksamkeit dieses Apparats zum wenigsten bis auf das Dreyfache dadurch erhöhen könne, daß zwischen die Glieder der galvanischen Haupreihe eine zweyte, aus unverbundenen Platten von denselben heterogenen Metallen, aber ohne feuchten Leiter, zusammengesetzte eingeschoben wird, so daß die Ordnung folgende ist. (Zink, feuchter Leiter, Kupfer), Zink, Kupfer, (Zink, feuchter Leiter, Kupfer), Zink, Kupfer u. s. f., wo die durch das Zeichen ( ) verbundenen Glieder der Hauptreihe ein Continuum ausmachen.

Diese Methode ist auch nach seiner Meinung bey der gemeinen Volta'schen Säule mit gleichem Vortheile anzuwenden, und man behalte dabey immer zwey Drittheile der sonst nöthigen Metallplatten von aller Oxydation rein.

Herr Volta, welcher von dem Hauffschen Apparate eine vollständige Beschreibung durch Herrn Böckmann in Carlsruhe erhielt, urtheilet von demselben, daß er ihm zu sehr zusammengesetzt scheine, und schwierig ausführbar sey. Außerdem könne er kaum glauben, daß er diejenigen Vortheile gewähre, die man davon verlange, oder daß er mehr leiste,

leiste, als sein oben angeführter Becherapparat, womit er überhaupt sehr viel Aehnliches besitze; auch gleiche er dem Trogapparate der Engländer. Der einzige ihm eigenthümliche Vortheil möchte darin bestehen, da die eingeschlossene Flüssigkeit wenig oder keiner Verdunstung unterworfen sey, welches man aber auch leicht in seinen Glasbechern bewirken könne, indem man das Salzwasser mit einer Oehlschicht bedecke.

Uebrigens behalte weder der Becher- noch Trogapparat seine Wirkung Wochen oder ganze Monathe lang, sondern vorzüglich nur an dem ersten Tage seiner Erbauung. Die Oxydirung der Metalle, besonders des Zinks, und die Veränderung, der die Salzauflösung unterworfen sey, schwächten sehr den Effect, und man könne ihn nur in seiner anfänglichen Stärke erneuern, daß man die Metallplatten reinige, und die salzige Flüssigkeit erneuere. Es scheine ihm, daß das Nämliche auch bey dem Apparate des Herrn Hauff Statt haben müsse, welcher dann um so mehr Mühe und Arbeit zur Reinigung, als sein Becherapparat, erfordere.

Auch müsse er bemerken, daß das, was eigentlich ein Element einer Säule, oder eine Schichtung sey, nicht aus einer Feuchtigkeit mit zwey umgebenden verschiedenen Metallen bestehe, sondern daß solches vielmehr zwey sich wechselseitig berührende Metalle seyn, wodurch sie zu einer Säule würden, auf dem ein feuchter Körper liege, der etwa als einfacher Leiter wirke, d. h. wenig oder gar nicht als Erreger, worüber seine Versuche allen Zweifel gehoben hätten. Fange daher die Hauffsche Batterie so an, Kupfer, Cylinder mit Salzauflösung, Zink, Kupfer, Salzauflösung u. s. f., so seyn Kupfer und Salzauflösung, womit sie anfange, ganz überflüssig.

Was endlich die Schichtungen zwischen Kupfer und Zink, von Zink und Kupfer, ohne Feuchtigkeit, betreffe, so begreife er nicht, wie dieses die Wirkung der Batterie überhaupt vermehren, geschweige denn um das Dreyfache verstärken könne; und seine bereits angestellten Versuche zeigten ihn, daß eine solche Einschaltung ohne Vortheil sey. Dadurch wolle er indessen eine Sache nicht durchaus für unmöglich halten,

halten, weil er davon die Theorie nicht einsehe, oder weil sie gegen seine Ideen sey, bis er die völlige Unrichtigkeit durch eine hinlängliche Reihe von Versuchen werde dargethan haben, die er mit aller Genauigkeit anstellen wolle.

Zur Hervorbringung galvanischer Wirkungen sind aber eben nicht gerade zwey feste Körper und ein flüssiger Leiter nöthig, wie bey der gewöhnlichen Errichtung der galvanischen Batterie angewendet werden; es können auch zu dieser Absicht nur ein einziger metallischer Leiter und zwey verschiedenartige Flüssigkeiten gebrauchet werden. Ja selbst vegetabilische Substanzen können, wie Herr **Ritter** bemerkt, zur Erzeugung galvanischer Wirkungen angewendet werden, wenn sie nur Leiter des Galvanismus sind.

Herr Humphrey Davy *) versuchte wirklich mehrere Zusammensetzungen aus einzelnen Metallen und Flüssigkeiten. Er war überzeugt, daß man wirksame Batterien aufbauen könne, wenn die Tuch- oder Pappscheiben mit einer Flüssigkeit getränkt würden, welche nur eines der beyden Metallplatten oxydirt. Dieß führte ihn auf die Vermuthung, zwey Metallplatten möchten zur Verstärkung der galvanischen Wirksamkeit nur in so fern wesentlich nothwendig seyn, als sie zwey leitende Flächen von verschiedener Oxydirbarkeit darbiethen, und dasselbe müsse sich mit einem einzigen Metalle bewirken lassen, wenn man es mit verschiedenartigen Flüssigkeiten so in Verbindung zu bringen müßte, daß bloß eine der beyden Flächen oxydirt würde. Er erhielt auch wirklich mehrere wirksame Batterien, wenn Oxydirung oder eine andere chemische Wirkung bloß an einer Stelle des Metalls vor sich ging. Er theilt diese galvanischen Batterien aus einem Metalle und verschiedenartigen Flüssigkeiten in drey Classen ab.

Zur ersten Classe, welche die schwächsten Batterien gibt, welche in allen ihren Wirkungen mit der gewöhnlichen Säule übereinstimmen, gehören die Verbindungen von Platten oder Bogen eines Metalls mit zwey Flüssigkeiten, deren eine das Metall

*) Philos. Transact. for the year. 1801.

Metall zu oxydiren vermag, die andere nicht. Zinn, Zink und einige andere leicht oxydirbare Metalle wirken hierbey am stärksten.

Schichtet man z. B. aus polirten Zinkplatten von 1 Quadratzoll Fläche und $\frac{1}{20}$ Zoll Dicke, und aus gleich gestalteten Tuchlappen, deren einige man mit Wasser, andere mit verdünnter Salpetersäure befeuchtet hat, eine Säule von 20 Lagen, in folgender Ordnung über einander: Zinn, Säure, Wasser, so erhält man eine galvanische Batterie, welche durch schwache Sensationen auf die Sinneswerkzeuge wirkt.

Weil sich Zinkplatten in Berührung mit Wasser schnell oxydiren, so thut man besser, zu Säulen dieser Art aus Zink, statt des Wassers, eine schwache Auflösung von Schwefelalkali zu nehmen, welches auf den Zink nicht chemisch wirkt, auch das Wasser, worin es aufgelöset ist, daran verhindert. Benetzt man einige der Tuchlappen mit Schwefelalkali, andere mit liquidem schwefelsauren Kali, und noch andere mit einer specifisch schwereren oxygenirenden Flüssigkeit, und bauet davon die Säule in folgender Ordnung auf: Zink, oxygenirende Flüssigkeit, schwefelsaures Kali, Schwefelalkali, so werden die drey Flüssigkeiten nur wenig chemisch auf einander wirken, und sich wenig mischen. Schon eine Säule aus 12 Lagen gab merkbare Wirkungen.

Zur zweyten Classe rechnet Davy die galvanischen Batterien, aus einem Metalle, welches auf Schwefelwasserstoff wirkt, und die aus diesem Metalle, aus liquidem Schwefelkali und Wasser bestehen. Bringt man die eine Seite jeder solcher Metallplatten oder jedes Metallbogens mit Wasser, und die andere mit liquidem Schwefelkali in Verbindung, so erhält man aus einer hinreichenden Menge solcher Bogen eine wirksame Säule. Zu diesen Batterien kann man Silber, Kupfer, Bley nehmen, und sie mit Tuchlappen, die mit den erwähnten Flüssigkeiten benetzt sind, in folgender Ordnung zu einer Säule aufschichten: Metall, Schwefelkali, Wasser. Schon 8 Lagen geben merkliche Wirkungen, und der Draht vom obern Ende einer solchen Säule ist der Oxyd-

gebende.

gebende. Kupfer ist in dieser Verbindung wirksamer, als Silber, und Silber wirksamer als Bley.

Die dritte Classe, welche die kräftigsten Batterien dieser Art enthält, besteht aus den Metallen, die auf Schwefelwasserstoffgas chemisch wirken, aus liquidem Schwefelwasserstoffe und aus oxygenirenden Flüssigkeiten, da dann an den entgegengesetzten Seiten der Metallplatte von einander verschiedene chemische Veränderungen vor sich gehen. Auch hier trennt man am füglichsten, wie in den Zinksäulen der ersten Classe, je zwey Tuchscheiben, deren eine mit Säure, die andere mit liquidem Schwefelalkali getränkt ist, durch eine dritte mit schwefelsaurem Kali genäßte Tuchscheibe. Eine Kupfer- oder Silbersäule aus drey solchen Lagen gibt schon merkbare Wirkungen, und eine Säule aus 12 bis 13 Lagen schwache Schläge.

In allen diesen Säulen aus einem Metalle, die mit Tuchscheiben aufgeschichtet werden, ist die Wirkung schnell vorübergehend, die Säuren und Schwefelkalien sind meist in wenig Minuten völlig zersetzt, und dann hört die galvanische Wirkung auf. Um nun diesen Arten von Batterien eine anhaltende Wirkung zu verschaffen, gibt Davy eine der Cruickshank'schen ähnliche Einrichtung an. Ein länglichter Kasten aus drey Mahagonybretern, welche mit einem nicht leitenden Kitte überzogen sind, ist mit Einschnitten versehen, in die sich abwechselnd eine der Metallplatten und eine Platte aus Horn oder Glas hineinschieben und darum wasserdicht verkitten lassen. In die Zellen, welche dadurch entstehen, gießt man die Flüssigkeiten, und verbindet je zwey der durch eine Horn-, oder Glasplatte getrennten Flüssigkeiten durch Streifen angefeuchteten Tuchs. Ein solcher Apparat aus 50 Kupferplatten mit schwacher Salpetersäure oder salpetersaurem Ammoniak und mit liquidem Schwefelalkali gefüllt, gibt ziemlich starke Schläge, ladet den Condensator, und behält seine Kraft mehrere Stunden lang. Läßt sie nach, so läßt sie sich ihm sogleich wiedergeben, wenn man

etwas von diesen Flüssigkeiten im concentrirten Zustande hineintröpfelt.

Auch versuchte Davy [a]) galvanische Batterien aus Holzkohle und Flüssigkeiten zu errichten. Man gießt nähmlich abwechselnd in eine Reihe Gläser Wasser, und Schwefelsäure, und verbindet je zwey nächste Flüssigkeiten abwechselnd durch einen nassen Tuchstreifen und durch gut gebrannte Holzkohle. Die Kohle muß von einem recht dichten Holze seyn, z. B von Buchebaum oder Lebensbaum, damit sich die Flüssigkeiten nicht, wie in Haarröhrchen, in ihnen hinaufzieht. Lassen sich die Kohlenstücke nicht in Bogengestalt erhalten, so kann man auch zwey dünne schmale Streifen von Kohle an ihrem einen Ende mit Seide, unter dem gehörigen Winkel so an einander binden, daß sie sich in beyde Gläser setzen lassen.

Zwanzig solcher Ketten geben merkbare doch schwache Schläge. Schließt man die Batterie vermittelst einer Kette, die aus zwey durch Golddraht verbundenen Gläsern voll Wasser besteht, so gibt die Spitze des Golddrahtes, welche sich in dem Wasser befindet, das Hydrogengas, und die Goldspitze im andern Glase Oxygengas.

Nimmt man zu einer solchen Batterie statt des Wassers ein liquides Schwefelkali, so scheint die Wirkung verstärkt zu werden. Eine Batterie aus Schwefelalkali, Kohle, und concentrirter Salpetersäure scheint eine ähnliche Batterie, die statt der Kohle Kupfer enthält, an Wirksamkeit zu übertreffen, und einer Batterie aus Zink, Silber und Wasser beynahe gleich zu kommen. Statt der Salpetersäure läßt sich auch Schwefelsäure nehmen, ohne wesentliche Verschiedenheit.

In Wien haben auch die Herren Major **Hellwig**, Major **Tihavsky** und Hauptmann von **Leyteny** [b]) Volta'sche Säulen mit Holzkohlen von großer Wirksamkeit errichtet. Es wurden nähmlich gewöhnliche Holzkohlen gepulvert, und mit gekochtem Stärkemehle zu einem Teige gemacht; hierauf schlug

a) *Nicholson's* journal of natur. philos. 1802. Febr. p. 144.
b) Gilbert's Annalen der Physik. B. XI. S. 396.

schlug man sie in eine Form und brannte sie gut. Auf solche Art entstanden Scheiben aus Holzkohlen, 5,5''' dick, und 2'' 9,5''' im Durchmesser. Diese wurden mit gleich großen Scheiben aus halb Zink und Zinn, und mit Papierscheiben, die in liquides salzsaures Kali getränkt waren, zu einer Säule = 30 (Zink, feuchter Leiter, Kohle,) aufgeschichtet. Diese Säule zeichnete sich besonders durch ihre Funken aus, welche schon bey 4 Lagen sichtbar wurden. Schloß man die Kette mit einem metallischen Entlader an der Kohlenplatte, so zeigten sich Funken mit Rauchentwickelung; ein Beweis der Schmelzung des angewandten Metalls. Dasselbe geschah auf ähnliche Art bey Anwendung gut gebrannter zugespitzter Erlenkohle als Entlader; dieser überzog sich dabey sogleich mit einer Aschenhaut, und mußte, um fortzuwirken, aufs neue zugespitzt werden. Phosphor, Schwefel und Schießpulver, auf die obere Kohlenplatte gestreuet, ließen sich durch die Säule augenblicklich, und bey weiten schneller, als durch die Batterie von 300 Metalllagen entzünden. Auch entzündete sich das Knallquecksilber, doch ohne Knall.

Als die Säule noch mit 5 Lagen erhöhet wurde, zu welchen man statt der Kohlenplatten, welche auf die angeführte Art bereitet waren, Platten aus gewöhnlichen Holzkohlen nahm, war alle galvanische Wirkung verschwunden. Die gewöhnlichen Schmiedekohlen sind nicht vollkommen verkohlt, enthalten noch Harztheile, und zeigen sich deßhalb in der Säule eben so unwirksam, wie die gewöhnlichen Steinkohlen, welche kein Leitungsvermögen äußern.

Das Fluidum, welches sich durch die Volta'sche Säule bewegt, zeigt einerley Wirkung mit der der Elektricität, daher auch mehrere die Identität des Galvanismus mit der Elektricität behauptet haben. Schon die Engländer, die ersten, welche mit der Säule Versuche anstellten, bemerkten einen, wiewohl noch geringen, Funken. Nachdem aber die Säule eine größere Vollkommenheit erhielt, wurden auch die Funken bemerkbarer und zeigten mit den der Elektricität ganz ähnliche Wirkungen. Sehr merkwürdige Versuche

stellten die Herren Hellwig, Ermann, Grappengiesser und Bourguet *) in Berlin an. Zur Verstärkung des galvanischen Funkens machten sie folgende Vorrichtung. Ein mit einem Knopfe versehener Draht, der mit der Silberseite der Säule durch eine Kette in Verbindung stand, wurde von unten in den Cylinder eines Bennetschen Elektroskops, an dessen Spitze der Draht von der Zinkseite lag, gebracht, und den Goldblättchen genähert. Die Goldblättchen wurden wechselseitig vom Knopfe angezogen und abgestoßen. Nachdem dieß Schauspiel eine Weile gedauert hatte, ging mit einem Mahle ein knitternder Funken zwischen den Goldblättchen und dem Knopfe über. Als man den Versuch wiederhohlen wollte, zerrissen die Blättchen. Nun umgab man die Kante, welche zur Aufnahme der beyden Goldblättchen bestimmt ist, mit einem unregelmäßigen Büschel von Blattgold, woran sich viele Kanten befanden, setzte das Gehäuse des Elektroskops wie vorher mit der Säule in Berührung, und näherte den Draht von der Silberseite dem Goldblattbüschel. Es entstanden noch weit lebhaftere Funken als zuvor. Das Goldblättchen schmolz bey jeden Funken an der Stelle aus, wo man demselben den Knopf näherte, und nachdem der Versuch eine Zeit lang fortgesetzt worden war, erschien der Knopf durch die Loupe theils mit unregelmäßigen Goldflittern, theils mit geschmolzen gewesenen Goldkügelchen bedeckt, zum Theil war er auch dauerhaft vergoldet; nichts ließ aber eine vorgegangene Oxydation des Goldes vermuthen.

Dieser Versuch gelang eben so gut, wenn man den Draht von der Spitze des Elektroskops in Berührung brachte, und den Draht von der Zinkseite dem Goldbüschel näherte.

Es wurde jede Kette, so wohl die von der Zinkseite als auch die von der Silberseite, mit einem isolirten Director versehen; die Enden beyder Directoren wurden mit einem Goldblattbüschel beklebt; man hielt sie nun isolirt, und näherte sie einander in freyer Luft. Auch hier gingen große, lebhaft glänzende, stark knitternde Funken über, und das Gold schmolz

*) Gilbert's Annalen B. VII. S. 48 u. f. w.

schmolz wie zuvor. Derselbe Erfolg fand Statt, wenn nur der eine Director mit einem Goldbüschel versehen war.

Die Entzündungen durch den galvanischen Funken zu bewirken, wurde ein Goldblatt auf eine Glasplatte gelegt, so daß es nicht glatt anlag, sondern nur locker auflag und viele Runzeln bildete und mit Hülfe eines Leinwandsbeutelchen leicht mit Schwefelblumen bepudert. Als man nun einen von beyden obigen Directoren auf das bepuderte Goldblatt legte, und dasselbe mit dem zweyten Director, der mit einem Goldbüschel versehen worden war, berührte, entstand ein lebhafter Funken, und der Schwefel entzündete sich. Diese Entzündung erfolgt jedoch nicht alle Mahl beym ersten Funken.

Es wurden einige Tropfen Schwefelnaphtha in einen silbernen Theelöffel gegossen, der auf einem isolirenden Gestelle stand, und dessen Stiel mit der einen Seite der Batterie in Verbindung war. Mit einem isolirenden Director, der von der andern Seite der Batterie kam, leitete man nun Funken auf die Naphtha. Sie schlugen lebhaft durch, und es entstand ein schwarzer Fleck an der Stelle des Löffels, in welche die Funken einschlugen; es erfolgte aber keine Entzündung, das Ende des Directors mochte mit Goldblatt versehen seyn, oder nicht. Der schwarze Fleck war vermuthlich eine carbure de cuivre, welches sich aus Kohlenstoff der Naphtha und Kupfer aus dem Probesilber gebildet hatte.

Ein Goldblatt, welches auf einer Glasplatte eben so lag, wie bey der Entzündung des Schwefels, wurde mit Naphtha benetzt, und noch ein sehr kleiner mit Naphtha getränkter Baumwollflocken darüber gelegt. Als man einen Funken, wie bey der Entzündung des Schwefels, darauf schlagen ließ, gerieth die Naphtha in Brand.

Etwa zehn Gran fein geriebenes Schießpulver wurde auf ein Papier gelegt. Als man nun mit beyden isolirten Directoren, deren Enden man mit Goldblatt versehen hatte, im Pulver etwas umherwühlte, so daß sich etwas anhing, und sie alsdann in der Pulvermasse selbst einander näherte, entstand eine Entzündung des Pulvers.

Eine Glasröhre, 3 Linien weit und 3 Zoll lang, wurde an einem Ende mit einem Korkstöpsel verschlossen, durch welchen ein Messingdraht ging, der mit einem fein zugespitzten Ende etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll in die Röhre hineinragte. Das andere mit einer Oese versehene Ende ragte aus der Röhre heraus. Man verschmolz den Stöpsel mit Siegellack, füllte die Röhre im Wasserapparate mit einem Gemenge aus zwey Theilen Wasserstoffgas und einem Theile Sauerstoffgas, verschloß sie mit dem Finger unter Wasser, hob sie heraus, verschloß die Mündung schnell mit einem Korkstöpsel, durch welchen ein zugespitzter Draht gesteckt war, dessen Spitze man mit etwas Goldblatt versehen hatte, trocknete die Röhre äußerlich ab, brachte den einen Draht durch eine Kette mit dem obern, und den andern mit dem untern Ende der Batterie in Berührung, faßte das Rohr mit der einen, und den nicht eingekitteten Stöpsel mit der andern Hand, und bewegte den Stöpsel etwas, so daß die innern Drähte einander gerade gegenüber und nahe genug kamen. Der Funken schlug nun über, das Gas entzündete sich, und der nicht eingekittete Stöpsel wurde herausgeworfen.

Hierauf versuchten sie auch, eine Kleistische Flasche durch die galvanische Elektricität zu laden. Es wurde nämlich die äußere Belegung einer kleinen Kleistischen Flasche mit der Silberseite, und ihr Knopf mit der Zinkseite der Säule eine Zeit lang in Berührung gebracht, die Flasche ward dadurch geladen. Ihre innere Belegung zeigte durch Nicholson's condensirendes Elektrometer + E, ihre äußere Belegung — E. Auf diese Art hatte bereits Cruickshank eine seidner Flasche durch eine galvanische Batterie geladen.

Wenn die innere Belegung mit der Silberseite und die äußere mit der Zinkseite in Berührung gebracht wurde, so zeigte die innere — E und die äußere + E.

Dieselben Versuche wurden mit einer etwas größern Flasche von etwa 3 Quadratzoll Belegung wiederhohlt, und mit demselben Erfolge. Als diese mit einem goldenen Entlader entladen wurde, zeigte sich zwischen dem Knopfe der Flasche und

und dem Entlader ein deutlicher Funke. Auch war dieser Funken sichtbar, als man die Flasche in die hohle Hand faßte, und mit dem nassen Zeigefinger entlud. Bey einer ähnlichen Entladung mit einem trockenen Finger konnte man keinen Funken bemerken.

Hierauf versuchten sie die Ladung mit einer Flasche von mehr als 1 Quadratfuß Belegung. Diese lud sich wirklich, und wirkte weit stärker auf das condensirende Elektrometer, als die kleinen Flaschen. Die Divergenz der Holundermarkkügelchen war so stark, daß solche an der innern Fläche des Glasgehäuses kleben blieben.

Auch diese Flasche entlud sich mit einem sichtbaren Funken. Eine Erschütterung konnten sie bey der Entladung nicht bemerken.

Um eine Flasche mit der galvanischen Batterie zu laden, war es nicht durchaus nothwendig, daß beyde Belegungen der Flasche mit dem Drahte der Säule in Berührung gebracht wurden. Es ließ sich auch eine Flasche laden, indem man sie bey ihrer äußern Belegung mit der Hand hielt und ihren Knopf mit dem einen Drahte der Säule in Berührung brachte, während der andere Draht entweder in einem Gefäße mit Wasser hing, oder von einem Menschen berührt wurde.

Beym Funkenspiel der galvanischen Batterie bemerkte Hr. Böckmann *) in Carlsruhe eine merkwürdige Erscheinung. Er leitete von der Zinkplatte einen Eisendraht herab in eine mit Quecksilber gefüllte Glasschale. Da er nun einen andern Eisendraht, der mit dem Silberstücke verbunden war, mit dem Quecksilber in Berührung brachte, sah er einen schönen kleinen elektrischen Funken, von bläulich grüner Farbe, beynahe wie der einer kleinen schwach geladenen Verstärkungsflasche. Dieser Funke war rund, und hatte etwa 0,2 oder 0,3 Linien im Durchmesser. So oft jene Berührung erneuert wurde, erschien auch ein solcher Funken.

Da er umgekehrt den Draht von der Silberplatte in das

*) Gilbert's Annalen B. VII. S. 25 u. f. w.

Quecksilber leitete, in dasselbe einen andern Draht setzte, und mit seinem Ende die oberste Zinkplatte berührte, erfolgte ein überaus schöner Funken, der sich vom vorigen wesentlich unterschied. Es war nämlich eine Art Funkensprühen, wie wenn mit Stahl und Stein Feuer geschlagen wird, oder wie im Großen das Verbrennen einer Uhrfeder in reinem Sauerstoffgas. Die Farbe dieser Funken war feuerroth, sie strömten oft 3 bis 5 Linien weit aus, und man hörte öfters eine Art von Knistern. Wenn er recht genau von der Seite beobachtete, so sah er öfters in dem feuerrothen Funkensprühen auch zugleich jenen kleinen bläulichgrünen Funken. So viel er bemerkte, erfolgte das Funkensprühen schon, als er den Eisendraht der Zinkplatte bis auf ½ oder 1 Linie näherte, und jener kleine brillantirende Funken, mit rothem Feuer umgeben, erst dann, als sich bey fortgesetzter Annäherung der Zink und der Eisendraht berührten.

Einen solchen sprühenden Funken erhielt er aber auch an der 2ten, 3ten bis 50sten Zinkplatte von oben herab, allein er ward immer schwächer.

Je spitzer die Drähte sind, desto schöner werden die Funken; auch darf das Eisen und die Zinkplatte nicht oxydirt seyn.

Es schien ihm, daß vorzüglich Eisendrähte zu diesen Versuchen geschickt sind; sie gelangen ihm wenigstens mit Messing- oder Golddraht nicht so gut.

Nach Böckmann's Meinung hat die Entstehung dieser Funken die größte Aehnlichkeit mit der Entladung einer elektrischen Batterie. Gleich nach dem Funken scheint die galvanische Säule öfters entladen zu seyn, und man muß 30 Secunden oder eine Minute warten, um wieder einen schönen Funken zu erhalten. Nach 2, 3 und mehrern Minuten Ruhe sind dieselben um so größer und schöner.

Nachdem Böckmann *) durch Herrn Pfaff darauf aufmerksam geworden war, daß das Blattgold besonders zum Funkenausziehen geschickt sey, so legte er ein Stückchen davon

*) Gilbert's Annalen B. VIII. S. 148.

von auf die oberste Zinkplatte, und näherte demselben den mit der untersten Silberplatte in Verbindung stehenden Eisendraht; die dadurch entstehenden Funken überraschten ihn sehr, weil sie von den bisher erhaltenen wesentlich verschieden zu seyn schienen. Sie hatten nämlich eine blendende bläulichweiße (phosphorische) Farbe, so wie der erwähnte kleine, welcher sich gewöhnlich in der Mitte des sprühenden Funkens zeigte. Man konnte dergleichen sehr viele und schnell hinter einander hervorbringen; sie gaben ein Geräusch, wie wenn man Taffet zerreißt, und man konnte solches ohne besondere Aufmerksamkeit 8 bis 12 Schritte weit hören. Durch jeden Funken bekam das Blattgold ein kleines Loch, oder es ward eine hervorragende Spitze abgestumpft. Durch öftere Wiederhohlungen dieser Funken hatte **Böckmann** eine Fläche von einigen Quadratlinien Blattgold verbrannt oder zerstäubt. Hierdurch bewies Hr. **Böckmann**, daß wirklich eine Schlagweite des Funkens Statt habe, welches Herr **Gilbert** bey seinen Versuchen nicht wahrgenommen zu haben glaubte. Denn wenn Hr. **Böckmann** die völlige Berührung des Drahtes mit dem Golde vorsichtig vermied, so konnte er das Ausziehen der Funken sehr oft wiederhohlen. Nach einer auch nur kurzen Berührung hörten aber die Funken gewöhnlich mehr oder weniger auf. Lag das Blattgold nicht vollkommen auf der Zinkplatte auf, so sah er hier zwischen dem Golde und Zinke, während er die gewöhnlichen herauszog, noch besondere einzelne Fünkchen. Brachte er auch an den Eisendraht etwas Blattgold, so erhielt er beym Schließen der Kette noch schönere Funken als zuvor. War am Eisendrahte allein Blattgold, und schloß er mit demselben an der Zinkplatte die Kette, so erschien gleichfalls die vorige Art von Funken, wobey doch nur selten einiges Sprühen beobachtet ward.

Nehme man nun an, daß das Blattgold bloß wegen der feinen sich darbiethenden Spitzen dergleichen ausgezeichnete Funken veranlasse, so sey es doch sonderbar, warum feine und zugespitzte Golddrähte dieß nicht auch bewirken? — Da

er

er endlich auch am Silberende der Säule die Kette schloß, so erschienen beynahe eben dergleichen Funken.

Auch entzündete Herr Böckmann mittelst der galvanischen Funken, wohl ausgetrockneten Phosphor, so wie dieß um eben diese Zeit D. Steffens und andere bewerkstelliget hatten.

Daß bey der Herauslockung des galvanischen Funkens eine Schlagweite Statt findet, hat Cruickshank *) mittelst seines Trogapparats noch weiter und viel sichtbarer bewiesen. Aus zwey Trögen, welche zusammengenommen 120 Plattenpaare enthielten, ließen sich Funken von beträchtlicher Größe ziehen, deren Knittern man in der benachbarten Stube hörte. So wohl aus Wasser, welches Herr Böckmann nicht hatte bewerkstelligen können, als aus festen Leitern, ließ sich der Funke in einiger Entfernung auslocken, welches er nur mit einer Säule thun konnte. Wurde ein spitziger Leiter dem Wasser genähert, so entstand ein sonderbares Zischen, und augenblicklich stiegen Gas und Dampf aus der Flüssigkeit auf; mehrmahls hatte er so einen ganzen Wassertropfen verflüchtiget. Oefters sah er einen sehr lebhaften Funken unter einem zischenden Geräusche längs einer Zinkplatte hinlaufen, um das Wasser zu erreichen, auf eine Art, die er nicht zu erklären wußte.

Schloß man die Batterie durch einen Draht so, daß während die eine Seite desselben die Flüssigkeit in der Endzelle des Zinkpols berührt, die andere Spitze der Endzelle des Silberpols genähert wird; so erschien im Augenblicke, wo sie die Flüssigkeit berührte, auf der Oberfläche dieser Flüssigkeit ein Lichtstrahl oder Büschel, welcher am hellen Tage sichtbar war, und von einem Geräusche und einem Aufbrausen begleitet wurde, welche völlig denen glichen, die entstehen, wenn man Draht in Wasser taucht. Der Funkenbüschel ist $\frac{1}{2}$ Zoll lang, und man hörte das Zischen durch die ganze Stube. War dagegen der Draht mit der Flüssigkeit des Silber- oder Hydrogenendes der Batterie in Berührung, und

*) *Nicholson's* journal of natur. philosophy. Vol. V. p. 80 u. 139.

und das andere Ende desselben wurde der Endzelle an der Zink- oder Oxygenseite der Batterie genähert; so erschien bey Berührung der Flüssigkeit nichts als ein kleines Lichtkügelchen, welches, wenn die Maschine nicht recht kräftig wirkte, kaum sichtbar war, ohne alles Geräusch und unter einem sehr geringen Aufbrausen.

Ueber die Hervorbringung und Wirkung der galvanischen Funken haben nachher der Herr Prof. Trommsdorff, und andere ungemein lehrreiche Versuche angestellt und mehrere wichtige Bemerkungen gemacht. Was die Verbrennung mittelst des galvanischen Feuers betrifft, so hatte der Herr Trommsdorff selbige beständig mittelst der Zinkseite der Batterie bewirkt, ohne anzuzeigen, in wie fern die Silberseite zu solchen Verbrennungen tauglich oder nicht tauglich sey. Um nun auch zu bestimmen, wie sich die Silberseite hierbey verhielt, errichtete Herr Ritter *) eine Batterie aus 224 Plattenpaaren mit heißer Kochsalzauflösung. Brachte er nun den Silberdraht mit der obersten Zinkplatte in Berührung, so entstanden stark knackende Funkensonnen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und darüber, mit dem herrlichsten blauen Kerne in der Mitte, wobey trockene Dampfwolken von großem Umfange aufstiegen, und nach jedem Funken eine ausgebrannte mit Zink platt bedeckte schwache Vertiefung zu bemerken war. Nun hing er an einen Eisendraht der Zinkseite ein ganz großes Blatt Silber so auf, daß es gleich einer Fahne daran herunter hing, und befestigte an den Draht der Silberseite ein Stück sehr sauber leitende Kohle. So wie er nun die Kohle unten an den Rand des Silberblattes heranbrachte: brannte sogleich ein Stück von der nämlichen Figur, als der Umriß der Kohle war, die es berührte, aus, ja, ließ er die Kohle mit ihm in Berührung, so dauerte das Verbrennen fort, und durch Hin- und Herbewegen der Kohle vom Silber konnte er in kurzer Zeit das ganze große Blatt Silber ganz aufzehren. Als er ein neues Blatt Silber so aufgehangen hatte, und mit der Kohle, statt an den Rändern, auf dessen Fläche hin

*) Gilbert's Annalen B. IX. S. 344.

hin und her fuhr; brannte die Kohle überall, wo er sie hinführte, das Silber durch, und es war leicht, auf diese Art Schriftzüge, oder was man wollte, in das Silber nach Belieben einzubrennen. An der Kohle war keine Veränderung zu bemerken. Jetzt kehrte er die Ordnung um, brachte ein Blatt Silber an den Silberdraht der Batterie auf gleiche Art, wie vorher an den Zinkdraht, an, und dasselbe Stück Kohle, das vorhin am Silberdrahte im Versuche gewesen war, an den Zinkdraht der Batterie, und verfuhr nun wie zuvor. Aber hier war von allem Obigen auch nicht das geringste zu bemerken, kein Ausbrennen des Silbers von unten herauf, kein Einbrennen von Schriftzügen u. s. f., die Ränder des Silberblatts blieben so scharf und geradlinigt, als irgend vorher, und er war nicht im Stande, auch die geringste Oeffnung in die Fläche des Blatts einzubrennen. Dagegen erschienen an der Kohle gelbe, mehr als momentane Funken, die vorher im umgekehrten Versuche nicht vorhanden waren; ganz scharfe Ränder der Kohle schienen stumpf zu werden, kurz, Alles deutete auf eine Verbrennung der Kohle. Hierdurch ward also erwiesen, daß auch auf trockenem Wege die an den letzten Enden der Batterie möglichen Oxydationen auf die Zinkseite oder die Oxygenseite derselben eingeschränkt sind (in dem Verstande, wie Hr. Ritter die Batterie von innen heraus analysirt hatte), und daß folglich im Falle Desoxydationen auf gleichem Wege zu bewirken möglich sind, diese auf keine andere, als der Silber- oder Hydrogenseite vorkommen müssen, gerade wie das auf dem nassen Wege der Fall ist.

Hierauf füllte Herr Ritter eine Schale mit Quecksilber, leitete in dasselbe den eisernen Draht der Zinkseite der Batterie der vorigen Versuche, und schloß mit dem ähnlichen Drahte der Silberseite, indem er die Spitze desselben mit dem Quecksilber in einer Entfernung vom andern in Berührung brachte. Bey jeder Berührung entstand außer dem bekannten Funken ein Stern von schwarz oxydirtem Quecksilber, der sich erst ganz deutlich ausnahm, als der Draht wieder

der weggenommen war. War er recht behuthsam, so konnte er Funken und Stern ohne Berührung des Drahts mit dem Quecksilber erhalten. Am schönsten und regelmäßigsten entstand der Stern, wenn er mit der Spitze eines Golddrahts schloß. Diese Sterne halten so fest an dem Quecksilber, daß man es herumschwenken kann, ohne daß sie vergehen. Die Zahl ihrer Strahlen ist unbestimmt. Vier, fünf, sechs, das scheint das gewöhnlichere zu seyn. Der Durchmesser dieser Sterne betrug ½ bis 1 Linie und darüber.

Kehrt man aber den Versuch um, d. i. man bringt den Draht der Silberseite bleibend in das Quecksilber, und schließt mit dem Zinkdrahte der Batterie, so stellen sich mit jeder Schließung außer dem zu ihr gehörigen vom vorigen merklich verschiedenen Punkten, statt der Sterne, Punkte, Ringe, Ringe mit Punkten, volle runde Flecke, kurz, beständig Gestalten, deren Gränze der Kreis ist, ein.

Unter Umständen gab die angeführte Batterie von 224 Plattenpaaren in der allerersten Zeit ihrer Wirksamkeit Funken, wo man sie bisher noch nicht wahrgenommen hatte. In fig. 13. bedeutet a α die oberste Zinkplatte der Säule, b β den Silberdraht, γ einen Tropfen Wasser auf der Zinkplatte. Bey der Schließung der Kette mit β und γ erschien ein großer breiter rother sengender Funken, mit einem Geräusche, als wenn man etwas sehr Heißes im Wasser ablöscht. Ein krachender Schlag war es nicht, wie man ihn sonst wohl bey kleinen Funken schon hören kann, sondern ein schnell auf einander folgendes unverständliches Zischen. Zugleich schäumt das Wasser auf. Es scheine also Hydrogengas zu verbrennen, und die rothe Flamme das Feuer desselben zu seyn. Daher komme es auch wohl, daß jenes Feuer nicht momentan sey, sondern einige Zeit, bald länger bald kürzer, fortdaure, und wahrscheinlich gar nicht bald ausgehen würde, wenn man den Draht b β in das gehörige Verhältniß zum Wasser zu setzen und ihn darin zu erhalten wüßte.

Diese angeführten Batterien, welche bey der Schließung mit dem Silberdrahte an oder auf der obersten Zinkplatte

Funken

Funken gab, gab auch bey der Trennung Funken. Bey der schnellen Entfernung des eisernen Silberdrahts in senkrechter Richtung von der Fläche der Zinkplatte, erschien ein kleiner rother Funken welcher gewisser zu kommen schien, wenn die Kette vor der Trennung länger geschlossen gewesen war.

Der Herr von Arnim hatte wahrgenommen, daß galvanische Funken in der Lichtflamme zwischen den Enddrähten überspringen, auch wenn man sie auf keine andere Art erhalten konnte. Diese Bemerkung veranlaßte den Hrn. Grimm [a]), die beyden Enden der Directoren, welche er auf die gewöhnliche Art mit der Batterie in Verbindung gesetzt hatte, zu erwärmen. Bey der Berührung zeigten sich sogleich Funken, welche er vor der Erwärmung nicht hatte erhalten können. Daher ist Herr Grimm geneigt, auch in jenem Falle den Grund dieser Funken mehr im Wärmestoffe, als in der Leitungsfähigkeit der Lichtflamme zu suchen. Darin bestätigte ihn noch mehr folgender Versuch. Es wurden Volta'sche Säulen, jede aus 50 Lagen, und zwar die eine aus stark erwärmten Metallplatten und Tuchscheiben, die überdieß in einer warmen Salzauflösung eingeweicht waren, erbauet. Die andere Säule gab bey Schließung der Kette durch Eisendraht keinen Funken; die letztere aber desto schönere mit 4 bis 6 Linien langen Strahlen. Doch zündeten diese Funken keine Körper an, wie das durch kleinere Funken immer aus 495 Lagen bestehender Batterien geschah.

Wenn zur Construktion der Batterien größere Platten angewendet wurden, so erhielt man auch stärkere galvanische Funken, obgleich die übrigen galvanischen Erscheinungen keine größere Stärke zu erhalten schienen. Herr Simon [b]) zu Berlin errichtete eine solche großplattige Säule von Zink und Kupfer von 8 Zollen im Durchmesser. Nachdem 18 Schichtungen über einander lagen, und ein Eisendraht, der am untern Kupferpol befestiget war, mit dem obern Zinkpole in Berührung gebracht wurde, so brach ein Funken in der Gestalt

[a]) Gilbert's Annalen B. XI. S. 122 u. s. w.
[b]) Gilbert's Annalen B. IX. S. 397 u. s. w.

Gestalt einer schönen Rose von dicht an einander liegenden Strahlen aus. Einige dieser Strahlen erstreckten sich auf eine Weite von 1½ bis 1¾ Zoll, so, daß die ganze Rose einen Durchmesser von 3 bis 3½ Zoll hatte. Diese großen Strahlen waren an einigen Stellen gegliedert, und trugen am Ende kleine Sterne. Alle Strahlen waren in rothem Feuer, und der Punkt, von welchem sie ausgingen, war bläulich weiß, in der Größe eines großen Nadelknopfs. Dieser hellglänzende Punkt schien der ursprüngliche Funken zu seyn, die rothen Strahlen aber stets von einer stärkern oder schwächern Verbrennung kleiner Eisentheilchen herzurühren. Alle diese Funken zeigten ein äußerst lebhaftes Licht, und waren am hellen Tage bis in ihre äußersten Spitzen sichtbar. Es war ganz gleich, ob man den Draht mit einem isolirenden Handgriffe anfaßte, oder ihn in der freyen Hand hielt.

Das Ausbrechen der Funken war mit einem solchen Geräusch begleitet, daß man es bis ins dritte Zimmer bey offenen Thüren hören konnte; es glich vollkommen dem Geräusch, welches der elektrische Funken beym Ausbrechen in einem engen offenen Glase hervorbringt.

Bey der Erscheinung der großen Funken bemerkte man deutlich, daß das Ende des Drahtes in eine kleine Kugel zusammengeschmolzen war, welche aus schwach oxydirtem Eisen bestand.

Hierauf wurde nun die Veranstaltung getroffen, diese Funken unter einer Glocke zu erzeugen, die oben mit einem beweglichen Metallstabe versehen war und auf einem gläsernen matt geschliffenen Teller ohne Wasserbedeckung stand, so daß man dabey alle Feuchtigkeit vermied. Ein Zinkstab, in der Mitte des Tellers, wurde mit dem unter dem Teller befindlichen Hahne, und dieser, so wie der obere Metallstab, mit den Enden der Säule in leitende Verbindung gesetzt. Ueberdieß war an den obern Stab ein Eisendraht so befestiget, daß er bey Umdrehung dieses Stabes mit dem untern Zinkstabe in Berührung kam, wobey sich die Funken erzeugten. Unter der mit Luft angefüllten Glocke erschienen die Funken

gerade so, wie in der freyen Luft. Nun wurde die Glocke ausgepumpt, bis der Elasticitätsmesser nur noch auf 6 Linien stand. Jetzt erfolgten die Funken in viel größerer Schnelligkeit auf einander, allein die rothen Strahlen blieben gänzlich aus; sie erschienen in blauweißer Farbe, und stark glänzend; auch waren sie viel größer, als in der Luft.

Hierauf wurde so viel Luft in die Glocke gelassen, daß der Elasticitätszeiger auf 1 Zoll stand. Die Funken verhielten sich in Rücksicht des schnellen Aufeinanderfolgens, der Farbe und des Glanzes gerade so wie vorher, allein man sah schon einzelne rothe Strahlen von sehr schwachem Lichte ausschießen, die aber viel länger, als in der atmosphärischen Luft waren. Sie erreichten nicht nur die Wände der Glocke, deren Halbmesser 2 Zoll betrug, sondern prallten von diesen über 1 Zoll zurück, und einige, die ihre Richtung nach der Höhe nahmen, erreichten das obere Gewölbe der Glocke bey einer Länge von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll. Es wurde so viel Luft hinzugelassen, daß der Elasticitätsmesser $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch stand; die Funken erschienen in mehreren Abänderungen einer Rose. Wurde auf solche Art nach und nach immer mehr Luft in die Glocke gelassen, so nahm auch die Länge der rothen Strahlen ab, aber das Licht derselben ward lebhafter. Diese Erscheinung schien seine Muthmaßung zu bestätigen, daß die rothen Strahlen bloß vom Verbrennen ausgerissener Eisentheilchen herrühren, welche in sehr verdünnter Luft aus Mangel an Sauerstoff sich nicht entzünden können, in weniger verdünnter aber wo viel Sauerstoff, eine schwache Verbrennung zu erleiden, und weniger Widerstand, als in der freyen Luft finden. Daher sie größere Entfernungen erreichen.

Hiernächst stellte Hr. Simon Versuche über das Verbrennen der Metalle in atmosphärischer Luft an, deren Resultate folgende sind. Gold wurde in einen rothbraunen Dampf zerstreuet, die Farbe des Lichtes war gelblich weiß; das Silber verflog mit unglaublicher Schnelligkeit in grauen Dampf; das Zinn schmolz und verbrannte mit knisterndem Geräusch, indem es feuerrothe Strahlen von 6 Zollen Länge und

und darüber, nach mehrern Richtungen aussprühete, die einen blauen Dampf zurückließen. In der Mitte dieser Strahlen erschien jedes Mahl ein schöner hellblauer Stern. Bleydraht schmolz bey der Berührung des Zinkstabes und verbrannte mit einer violetten Schwefelflamme, und sprühete rothe Funken umher, obgleich in viel geringerer Menge, weniger lebhaft und kleiner als der Zinnstreifen. Kupferdraht gab einen bläulich weißen Funken, nicht so groß wie bey den vorigen Versuchen, und es erschienen nur sehr wenige, feine und kürzere rothe Strahlen von schwachem Lichte. Beym Zink entstand nur ein einfacher Funken von bläulich weißer Farbe, in der Größe eines Stricknadelknopfs. Die Funken und die Verbrennung des Spiesglanzes hatten viel Aehnlichkeit mit denen vom Zinn. Beym Wismuth kamen die Funken in Rücksicht der Strahlen und Farbe mit denen des Bleyes überein. Beym Arsenik waren die Funken bläulich weiß, und es entwickelte sich ein starker weißer Dampf. Bey allen diesen Versuchen wurde der untere Zinkstab ganz schwarz und jeder Funken hinterließ einen schwarzen Fleck.

Bey manchen Metallen war die Verbrennung in Sauerstoffgas noch weit lebhafter, als in der atmosphärischen Luft.

Daß die scheinbaren Strahlen der galvanischen Funken wirklich vom Verbrennen des Drahtendes, oder Nadelspitze herrühren, wie **Simon** vermuthete, bewies der Herr **van Marum** dadurch, daß, als man statt des Eisendrahtes Platinadraht nahm, welcher nicht geschmolzen wird, die Funken völlig ohne Strahlen erschienen.

Aus allen diesen und noch weit mehreren Versuchen, welche hier alle anzuführen zu weitläuftig seyn würde, konnte man schon mit Gewißheit schließen, daß die Stärke der Funken mit der Größe der Oberflächen der galvanischen Batterie wachse, obgleich die übrigen galvanischen Wirkungen nicht merklich größer werden. Dieß bewiesen unter andern noch mehr die merkwürdigen Versuche, welche **Humphrey Davy** *) mit einem Trogapparate aus 13 zolligen Platten

 ange-

*) *Nicholson's* journal of natur. philos. Oct. 1802. p. 135.

angestellt hat. Wurde derselbe mit verdünnter Salpetersäure gefüllt, so vermochte er 3 Zoll Eisendraht von $\frac{1}{110}$ Zoll Durchmesser zum Weißglühen zu bringen, und 2 Zoll zu schmelzen. Schloß man die Kette mit einem 2 Fuß langen und $\frac{1}{80}$ Zoll dicken Eisendrahte, so wurde dieser Draht so heiß, daß er etwas Wasser, welches mit ihm in Berührung gebracht wurde, sehr bald zum Kochen brachte. Er blieb mehrere Minuten lang heiß, und durch Oeffnen und augenblickliches Wiederschließen der Kette ließ er sich immerfort heiß erhalten. Ein 3 bis 4 Zoll langes Stück des dünnen Eisendrahtes von $\frac{1}{110}$ Zoll Durchmesser, das sich irgend wo im schließenden Leiter befand, blieb über 1 Minute lang rothglühend und wurde durch Oeffnen und Wiederschließen 5 bis 6 Minuten lang wenigstens zum Theil glühend erhalten. Wurde das Stück des glühenden Leiters, das diesen Draht enthielt, durch eine geringe Menge von Aether, oder Alcohol, oder Oehl geleitet, so wurden diese Flüssigkeiten nach dem Schließen in kurzer Zeit warm, und Baumöhl kam zum kochen.

Auch Pepys *) gab Proben von außerordentlichen Wirkungen eines galvanischen Apparats. Dieser Apparat bestand aus 60 Paar Zink- und Kupferplatten, die in zwey nach Cruickshank's Art eingerichtete Tröge vertheilt, und mit einigen sehr zweckmäßigen und nützlichen Zusätzen versehen waren. Die leeren Zellen der Tröge wurden mit 32 Pfund Wasser und 2 Pfund concentrirter Salpetersäure, die damit vermischt worden war, ausgefüllt.

Eisendrähte von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke verbrannten mit hellem Glanze. Eine Anzahl dünner zusammengedrehter gab etwas Aehnliches wie das Verbrennen von dünnem Reißholze. Kohlen von Buxbaum wurden nicht bloß im Punkte der Berührung entzündet, sondern in einer Länge von fast 2 Zollen rothglühend, und blieben dieses fortdauernd. Die galvanische Kraft vermochte selbst denn noch zu entzünden, wenn sie durch 16 Menschen gegangen war, die sich mit feuchten Händen

*) The Montly Magazine. 1803. Aprill p. 259.

Händen angefaßt hatten. Rollenbley verbrannte mit großer Lebhaftigkeit, indem es rothglühete, und einen kleinen Vulkan von rothen Funken mit Flammen aussprühete. Stanniol verbrannte mit großem Glanze, mit Rauch und mit Funken. Eben so Blattkupfer, das eine Menge Funken umhersprühete. Blattsilber verbrannte mit einem intensiven grünen Lichte, und Blattgold mit einem glänzenden weißen Lichte.

Zinndraht, $\frac{1}{8}$ Zoll dick, schmolz, verbrannte und oxydirte sich mit großem Glanze. Platinadraht, $\frac{1}{16}$ Zoll dick, wurde rothglühend, weiß, und schmolz zu Kügelchen. Schießpulver, Phosphor und andere Körper, wenn man sie mit den Conductoren, die mit Kohlen armirt waren, berührte, wurden im Augenblicke entzündet.

Der erste welcher bey der Volta'schen Säule außer den Funken eine Anziehung bemerkte, war, wie bereits oben bemerkt worden, Hr. Prof. Pfaff zu Kiel. Die ersten Versuchansteller mit der Säule in England wollten zwar durchaus wahrgenommen haben, daß der Galvanismus derselben durch keine Luft hindurch wirke. Allein Herr Ritter vermuthete schon damahls mit Recht, daß nur die bisherige Schwäche der Batterie eines, und die Unbeholfenheit der Mittel andern Theils Schuld seyn könne, wenn es nicht gelänge, Wirkungen des Galvanismus auch in der Ferne wahrzunehmen. Endlich war auch Hr. Ritter *) wirklich so glücklich, galvanische Anziehung und Abstoßung zu entdecken. Er brachte nämlich an den mit dem Silberende der Batterie verbundenen Metalldraht ein 4 bis 5 Linien langes und kaum 1 Linie breites Streifchen gemeinen Goldblattes dergestalt an, daß es noch in ziemlichem Grade beweglich blieb, und beym Hin- und Herbewegen der Drähte noch fast gleich einem Pendel hin- und herschwingen konnte. Ein ähnliches brachte er an den das Zinkende der Batterie repräsentirenden Draht. Beyde Drähte näherte er vermittelst isolirender Handgriffe einander so weit, daß die an ihren äußern Enden befindlichen paral-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. VIII. S. 390 u. s. w.

parallel hängenden Goldblättchen noch um ungefähr eine Linie von einander entfernt waren. In dieser Entfernung fingen die untern Spitzen der Goldstreifen an, sich eine nach der andern mit zunehmender Geschwindigkeit hinzubewegen, bis sie zuletzt, während die Drähte, welche sie trugen, unbewegt blieben, wirklich gegen einander schlugen, und so die Kette schlossen. Er wiederhohlte diesen Versuch oft, und immer mit dem nämlichen Erfolge. Noch viel merklicher wurde die Anziehung im verdünnten Raume unter der Luftpumpe, wobey besonders zu bemerken ist, daß die Wirkung des Anziehens desto besser von Statten gehet, je besser die Batterie isolirt ist.

Eben so fand er auch, daß sich das Gleichartige des Galvanismus gegenseitig abstößt. Hierzu brauchte er nämlich zwey Batterien, deren Silberdrähte er mit einander in Verbindung brachte. Das Nämliche erfolgte auch, wenn er die Zinkdrähte beyder Batterien mit einander verband.

Ueberhaupt erhielt sich die galvanische Elektricität in Ansehung der Mittheilung und Vertheilung genau so, wie die Elektricität selbst.

Herr Gerboin *) zu Straßburg hat eine eigene Vorrichtung, die Anziehung in Volta's Säule darzustellen, ausgedacht. Man nimmt eine weite doppelschenkelige Glasröhre von 6 bis 9 Linien Durchmesser, füllt sie bis auf eine gewisse Höhe mit recht reinem Quecksilber, gießt darüber in beyde Schenkel Wasser, und verschließt sie mit Korkstöpseln, durch welche Golddrähte so locker gehen, daß sie sich tiefer in das Wasser bis zum Quecksilber herabschieben lassen. Die Korkstöpsel müssen überdieß ausgehöhlt seyn, damit man, ohne sie herauszunehmen, in das Innere der Röhre kommen kann. Man stellt die so zubereitete Röhre senkrecht, und setzt die Drähte mit den Enden einer Volta'schen Säule in leitende Verbindung.

Als die Golddrähte etwa 1 Zoll tief in das Wasser hineinreichten, stieg, so bald sie mit der Säule verbunden wurden,

*) Annales de Chimie To. XLI. p. 196.

den; von der Nadel des Silberpols Hydrogengas in Strömen auf, während die ihr gegenüberstehende Quecksilberfläche sich schnell mit einer Lage Oxyd überzog, das anfänglich grau, nachher schwarz von Farbe war. Die Quecksilberfläche im andern Schenkel behielt ihren Metallglanz, und es stieg von ihr von Zeit zu Zeit Wasserstoffgas auf, während die gegenüberstehende Goldnadel des Zinkpols Sauerstoffgas entband.

Ließ man nun auf das Quecksilber in dem letztern Schenkel, wo es sich nicht oxydirte, leichte und dünne Körper fallen, z. B. Sägespäne von Fernambuck, Glimmerblättchen, Blättchen schwarzes Quecksilberoxyd, oder Eisenvitriol, Siegellackpulver u.s.w.; so sahe man diese zwischen dem Quecksilber und der Goldnadel auf- und abtanzen, wobey sie sich häufig umdreheten. Diese Bewegung war nach der Verschiedenheit der Umstände stärker oder schwächer, und die Körperchen stiegen manchmahl nur 1 Linie, andere Mahl, besonders im Umfange, wohl einen Zoll hoch.

Im andern Schenkel der Röhre kamen leichte Körper, auch wenn das Quecksilber noch nicht oxydirt war, in keine Art von Bewegung; so bald man aber die Röhre umkehrte, und nun die Röhre mit dem Zinkpole verband, geriethen auch sie in Tanz, die Körperchen der ersten Röhre dagegen in Ruhe.

Alle Körperchen, die sich in dem einen Schenkel bewegten, nahmen zugleich in der Röhre einen bestimmten Stand an, der von der Lage der Röhre abhing. Stand die Röhre vollkommen senkrecht, so hielten sie sich an den Wänden, und bildeten, indem sie sich bewegten, eine kreisförmige Zone oder Bande. War die Röhre etwas rückwärts oder seitwärts geneigt, so sammleten sie sich an der entgegengesetzten Seite an, und bildeten eine Art von Wirbel, der sich mitten im Wasser um seine Achse drehete.

Bey jeder Verruckung der Nadelspitze, veränderte sich die Bewegung der kleinen Körper, so wie die Gestalt und Lage des Wirbels. Zog man die Nadel ganz aus dem

Wasser, so hörte die Bewegung plötzlich auf, und die Körper fielen auf die Oberfläche des Quecksilbers zurück. Schob man die Nadel wieder hinein, so fing auch im Augenblicke, wo sie die Oberfläche des Wassers berührte, die Bewegung wieder an. Näherte man die Spitze dem Wirbel, bis auf eine geringe Entfernung, so bildete sich in diesem eine halbkugelförmige Vertiefung, wie durch eine Art von Repulsion der nächsten Körperchen in der Spitze bewirkt, und der Wirbel nahm eine mehr abgeplattete Gestalt an, ohne seine Bewegung zu unterbrechen. So wie man die Nadel tiefer hinein brachte, entfernten sich die Körperchen immer mehr von ihr, und schienen sie zu fliehen. Verfolgte man sie mit der Nadel, so konnte man sie längs der Wände im Kreise herumtreiben.

Kam endlich die Nadelspitze mit der Quecksilberfläche in Berührung, so bewegten sich alle Körperchen sogleich nach dem Bewegungspunkte hin, und hingen sich an die Nadel. Im Augenblicke, da diese das Quecksilber verließ, flogen alle Körperchen den Wänden zu, und nahmen die vorige Bewegung wieder an.

War die Säule durch die beyden Golddrähte, das Wasser und das Quecksilber, in der Röhre geschlossen, und brachte man einen andern Draht mit der Vorsicht in den Schenkel der Röhre, die mit dem Zinkpole verbunden war: so zeigte dieser Draht, ungeachtet er nicht in der Kette war, Spuren einer Oxydation, und eine Art von Repulsion gegen die Körperchen, deren Bewegung er modificirte. Im Augenblicke, wenn er die Quecksilberfläche berührte, hörte die Bewegung derselben völlig auf. In den andern Schenkel der Röhre gebracht, entband er etwas Wasserstoffgas, äußerte aber keine Wirkung auf kleine Körper.

Daß diese Versuche in der elektrischen Anziehung und Abstoßung ein ähnliches Phänomen zeigten, fällt in die Augen.

Mehrere Thatsachen, daß zwischen den Enden der Volta'schen Säule Anziehung Statt findet, und daß an jedem

Ende

Ende die Theilchen des Fluidums sich wechselseitig zurückstoßen, haben la Place und viele andere aufgestellt, welche hier alle anzuführen, mich zu weit führen würde *).

Da alle bisher angeführte Erscheinungen der galvanischen Wirkungen eine völlige Gleichheit mit der Elektricität zeigten, so war es leicht zu begreifen, daß man zu wissen begierig war, ob sich die galvanische Elektricität in allen übrigen Fällen eben so, wie die gewöhnliche Elektricität verhalte. Der Erfinder der Säule selbst, Volta, behauptete gleich anfänglich, daß die Wirkungen seines Apparats ganz die einer sehr großen elektrischen Batterie, von unendlicher Capacität, sind, welche sehr schwach geladen ist, und deren Ladung sich augenblicklich wieder herstellt, und die daher ununterbrochen wirkt. So ladet auch Volta durch seine Säule eine gewöhnliche elektrische Batterie von 10, 15 und 20 Quadratfuß Belegung, indem er jene mit dieser in Berührung bringt, augenblicklich, gerade so stark, als durch 10, 15 oder 20 gute Funken eines Elektrophors von mittlerer Größe; dadurch ladet er sie bis 1 oder 2 Grad seines Strohhalmelektrometers, je nachdem er sich eine Säule von 80, 100, oder 150 Lagen bedient.

Auf Veranlassung des Herrn Volta wurden von dem Herrn van Marum mehrere Versuche über die Ladung einer elektrischen Batterie durch die Säule angestellt, man bediente sich dabey eines Bennet'schen Elektrometers, und fand, daß eine Batterie von 4 bis 25 Flaschen, jede von $5\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, jedes Mahl von einer augenblicklichen Berührung mit der Säule zu derselben Spannung, welche die Goldblättchen des Elektrometers um $\frac{5}{8}$ Zoll aus einander trieb, geladen wurde. Hierauf untersuchte man, wie die Batterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung durch Theile derselben Säule geladen werden würde. Zu dem Ende war an der Zinkplatte jedes zwanzigsten Plattenpaares ein Häkchen angelöthet, an

*) M. s. Journal de Médecine, Chirurgie, Pharmacie etc. p. *Corvisart*, *Leroux* et *Boyer*. To. I. à Paris. an IX. Nivose, p. 351 — 355. Gilbert's Annalen der Physik. B. VIII. S. 132. B. IX. S. 264. 398.

das man den isolirten Draht, mittelst dessen man die Säule mit der Batterie in Berührung brachte, mit Bequemlichkeit anbringen konnte. Da erst am 40sten Plattenpaare, von unten herauf gerechnet, eine Divergenz des Elektrometers bestimmt wahrzunehmen war, so war es hier, wo die Säule mit der Batterie zuerst in augenblickliche Berührung gesetzt wurde. Die Batterie fand sich dadurch wieder bis zu derselben Spannung wie die Säule geladen. Darauf wurde die Batterie mit dem 60sten, 80sten, 100sten, 120sten, 140sten, 160sten und 180sten Plattenpaare auf einen Augenblick eben so in Berührung gesetzt; und immer fand sich die Batterie bis zu derselben Spannung geladen, welche das Plattenpaar am Elektrometer zeigte.

Da in jedem der metallischen Plattenpaare der Säule das Silber unten, der Zink oben lag, so hatte die Säule +E oben, und theilte dieß der innern Belegung der Batterie mit, welches stets mit dem obern Ende der Theile der Säule in Berührung gebracht wurde. Hierauf ward die Säule umgekehrt, so daß das Silber der einzelnen Plattenpaare oben, der Zink unten war, und man wiederhohlte nun die vorigen Versuche mit der ganzen Säule, und in verschiedenen Höhen derselben. Auch so wurde stets die Batterie durch einige Berührung bis zu der Spannung des Plattenpaars, mit dem sie in Verbindung gesetzt wurde, gebracht.

Was den Schlag der durch die Säule geladenen Batterie betrifft, so war derselbe nie so stark, als der des Theils der Batterie, welchen die Batterie hergegeben hatte. Der Schlag einer von allen 200 Plattenpaaren der Säule geladenen Batterie wurde dem einer Säule von 100 Plattenpaaren gleich geschätzt, und so überhaupt der Entladungsschlag der Batterie ungefähr immer so stark, als der einer Säule von halb so vielen Platten, als die, womit die Batterie geladen worden war.

Endlich haben es auch selbst einige unternommen, das galvanisch-elektrische Fluidum durch große Weiten, durch Flüsse, Seen u. dergl. zu leiten. Herr Basse *) in Hameln

*) Gilbert's Annalen der Phys. B. XIV. S. 26 u. f. w.

mein stellte dergleichen Versuche mit einer Säule aus 70 zwey zolligen Metallplattenpaaren von Kupfer und Zink an.

1) Leitung durch Metalldrähte.

Herr Basse spannte zuerst im Freyen zwey Eisendrähte, deren jeder 100 Fuß lang war, in gerader Linie so neben einander aus, daß jeder für sich isolirt war. Darum verband er den einen Draht mit dem Plus- und den andern mit dem Minuspole der Säule. Schloß er nun die beyden andern Endspitzen der Drähte durch eine gut ausgeglühete Holzkohle, oder durch ein geschlagenes Goldblättchen, so zeigten sich im Augenblicke der Berührung lebhafte Funken. Geschah die Schließung der Drähte durch Wasser, so entband sich an dem Minusdrahte häufiges Gas in kleinen Bläschen, und die Endspitze des Pluspols wurde stark oxydirt. Nahm er den einen Draht in den Mund und berührte mit nassen Fingern den andern, so empfand er Erschütterungen in der Zunge und in den Fingerspitzen, bekam einen sauren metallischen Geschmack, und sah helle Blitze vor beyden Augen. Es ereigneten sich also in einer Entfernung von 100 Fuß an den mit der Volta'schen Säule verbundenen Metallleitungen alle Erscheinungen, die man an der Säule in ihrer Röhre wahrnimmt.

Hiernächst vermehrte er die Länge eines jeden Drahtes bis auf 2000 Fuß, spannte beyde Drähte isolirt neben einander aus und wiederhohlte die vorigen Versuche; die Erscheinungen blieben sich alle gleich. Er verdoppelte noch ein Mahl die Länge beyder Drähte, so daß jeder 4000 Fuß lang war. Es ergaben sich aufs neue die nämlichen Erscheinungen und in eben der Stärke, wie zuvor. Es schien ihm vielmehr, als wenn die Stärke der galvanischen Elektricität zugenommen habe.

2) Leitung durch Flüsse, Seen und den Erdboden.

Basse stellte Versuche hierüber in der Mitte des Januars an, wo die stehenden Wasser und Flüsse mit Eis bedeckt waren. Zu den ersten Versuchen wählte er den Stadtgraben zu Hameln, und zu den übrigen den Weserstrom. Er öffnete das Wasser an zwey verschiedenen Stellen, die 500 Fuß

Fuß von einander entfernt waren, stellte seine Volta'sche Säule neben die eine Oeffnung im Eise, und ließ den Draht vom Minuspole derselben einen Fuß tief unter das Eis hinabgehen. Darauf befestigte er am Pluspole einen Eisendraht, der 500 Fuß lang war, und bis an die zweyte Oeffnung im Eise reichte. Um ihn isolirt zu erhalten, und zu verhindern, daß er sich bey seiner Länge nicht auf das Eis hinab senke, hatte er hin und wieder ein Loch in das Eis gebohrt, und tannene Stangen hineingesteckt, an welchen er den Draht in 6 Fuß Höhe fest band. Er stellte sich nun auf ein Isolatorium mit Glasfüßen, nahm die Endspitze des Pluspoldrahts in den Mund, und berührte mit der Hand das Wasser des Stadtgrabens, worauf er augenblicklich Erschütterungen auf der Zunge und in den Fingerspitzen, einen sauren metallischen Geschmack, und Blitze vor beyden Augen verspürte. Er befestigte hierauf den Pluspoldraht an einem kleinen Glasstäbchen so, daß die Endspitze des Drahtes einen Zoll lang frey war, setzte dann eine leere, trockene zinnerne Schale unmittelbar auf das Wasser in der zweyten Oeffnung des Eises, legte einige ausgebrannte Kohlen darin, und berührte diese, indem er den Glasstab in die Hand nahm, mit der Endspitze des Pluspoldrahts. Es zeigten sich bey jedesmahliger Berührung kleine, aber sehr sichtbare Funken. Das Nämliche geschah auch, wenn er an die Spitze des Pluspoldrahtes ein Goldblättchen klebte, und mit diesem die zinnerne Schale an einer trockenen Stelle berührte. Brachte er die Silberdrähte des Gasbildungsapparats mit dem Wasser des Stadtgrabens und dem Plusdrahte der Volta'schen Säule in Verbindung, so entwickelte sich am Silberdrahte, nach der Seite des Wassers oder des Minuspols der Säule zu, Gas in häufigen kleinen Bläschen; sie erfolgten aber erst, nachdem die beyden Silberdrähte schon eine volle Minute mit beyden Polen der Säule in Verbindung gewesen waren. Am Plus-Silberdrahte bemerkte er keine Gasentbindung, wohl aber oxydirte sich die Spitze desselben.

Nachher

Nachher begab er sich mit seinen Instrumenten auf die Weser, um da diese Versuche von neuen und vergrößert anzustellen. Einige Schritte vom Ufer öffnete er das Eis, stellte seine Säule neben die Öffnung, und verband den Draht des Minuspols mit der Weser. An dem entgegengesetzten Ufer der Weser, in einer Entfernung von 500 Fuß vom Standorte der Säule, öffnete er das Eis abermahls, zog einen isolirten Eisendraht von dem Pluspole der Säule quer über die Weser bis an diese Oeffnung, und wiederhohlte nun alle Versuche, die er auf dem Stadtgraben angestellt hatte. Die Erscheinungen waren jenen vollkommen gleich.

Nun trug er seine Säule auf die Mitte der Weser, öffnete sie, und ließ den Minusdraht der Säule einen Zoll tief ins Wasser reichen. Dann befestigte er an dem Pluspole einen Eisendraht, der 4000 Fuß lang war. Den Draht hatte er auf einen Haspel gewickelt, mit dem er den Fluß hinaufging. Von 50 zu 50 Fuß bohrte er ein Loch in das Eis, und steckte eine hölzerne Stange hinein, woran er dann den Draht fest band, damit er sich nicht auf das Eis senkte. Am Ende des Drahtes, mithin in einer Entfernung von 4000 Fuß vom Standorte der Säule, machte er eine Oeffnung ins Eis. Auch hier fanden die nämlichen Erscheinungen Statt.

Nachdem das Eis geschmolzen, und die Weser vom Wasser sehr hoch angelaufen war, wiederhohlte er die Versuche und fand die nämlichen Resultate.

Mitten in der Weser liegt eine kleine Insel, welche 1500 Fuß lang und 400 Fuß breit ist. Auf diese ließ er seine galvanischen Instrumente bringen, begab sich mit einigen Freunden dahin, und errichtete auf der Mitte derselben hart an dem einen Ufer seine Säule, deren Minusdraht wieder in die Weser hinabgeleitet wurde. Der Plusdraht, der lang genug war, um über die Breite der Insel bis zum andern Arme der Weser zu reichen, wurde dann bis dahin ausgespannt, und durch einige hölzerne Stangen von der Erde isolirt. Hier wiederhohlte er die vorigen Versuche, und fand die Resultate genau mit den vorigen übereinstimmend.

Zu

Zu seinen folgenden Versuchen wählte Basse eine grosse Wiese, die gegen 3000 Fuß lang, und fast eben so breit war. An ihrer einen Seite war sie mit einem 12 Fuß breiten Graben versehen, der zur Zeit ganz mit Wasser angefüllt war. Hart am Ufer des Grabens steckte er Stäbe in die Erde. Von dieser Stange ab ging er in gerader Linie über die Wiese zu dem Gartenhause eines an die Wiese gränzenden Gartens, und steckte unterweges immer 50 zu 50 Fuß eine Stange in die Erde. An der Pfoste eines Fensters im Hause befestigte er einen Eisendraht, und leitete ihn bis zur letzten Stange, die am Graben stand. An dieser befestigte er ihn in 6 Fuß Höhe, und band ihn alsdann auch in eben dieser Höhe an allen übrigen tannenen Stangen fest, damit er sich nirgends auf die Erde senken, noch sie berühren könne. Nun stellte er die Volta'sche Säule neben dem Graben, und setzte vermittelst eines Drahtes das Wasser desselben mit dem Minuspole, und das Ende des vom Gartenhause hergeleiteten Drahtes mit dem Pluspole der Säule in Verbindung. Darauf begab er sich mitten auf die Wiese, und berührte hier den ausgespannten Draht mit nassen Fingern; er empfand merkliche Erschütterungen. Noch weit heftiger wurden diese aber, wenn er einen silbernen Löffel in die nasse Hand nahm, und den Draht damit berührte. Die Berührung des Drahtes mit der Zunge war zu schmerzhaft und wurde ganz unerträglich, wenn sie durch den Löffel, den er in den Mund nahm, vermittelt wurde. Klebte er ein Goldblättchen an den Löffel und berührte damit den Draht, so sah er helle Funken. Das Nämliche erfolgte auch mit einer trockenen Holzkohle. In dem Gartenhause selbst machte er folgende Versuche. Er stellte mitten ins Zimmer einen Tisch, auf diesen zwey zinnerne Schalen, die er durch Glasscheiben isolirte. Beyde waren auf die Hälfte mit warmen Wasser, worin eine gute Handvoll Kochsalz aufgelöset war, angefüllt. An die eine Schale knüpfte er das Ende des Plusdrahtes der Säule, das zuvor an der Fensterpfoste befestiget war. Hier grub er ein Loch in dieselbe, legte das Ende des Drahtes hinein und bedeckte

deckte es mit Erde. Tauchte er nun in jede Schale eine Hand, so empfand er beträchtliche Erschütterungen in beyden Händen. Noch heftiger waren sie aber, wenn er einen Draht von der Schale losmachte, ihn an einen silbernen Löffel knüpfte, seine Hände in beyde Schalen legte; und nun durch eine zweyte Person die freye Schale außerhalb mit dem Löffel berühren ließ. Er nahm die Schale weg, und schloß die Endspitzen beyder Drähte durch eine trockene Holzkohle; es entstanden augenblicklich hellleuchtende Funken, und vergrößerten sich, je dünner die Endspitzen der Drähte waren. In dem Gasentbindungsapparate entwickelte sich an der Minusseite viel Gas, an der Plusseite aber gar nichts. Er ließ nun die Volta'sche Säule vor dem Graben wegnehmen, und einige Schritte vom Ufer stellen. Das Plusdrahts-Ende wurde einige Zoll tief in die Erde gesteckt, und dann wiederhohlte er die Versuche. Dessen ungeachtet fand er keine Abnahme des Galvanismus; Erschütterungen, Funken und Gasentbindung waren eben so stark und anhaltend, als zuvor.

Alle diese Versuche bewiesen also, daß sich das galvanisch-elektrische Fluidum auf eine unglaubliche Weite, sowohl durch die Erde, als durch das Wasser fortleiten läßt.

Auch Herr **Erdmann** *) in Berlin stellte Versuche über die Entladung der Volta'schen Säule durch Vermittelung einer beträchtlichen Strecke eines Stromes an. Um zu erfahren, was für ein Erfolg Statt finden würde, wenn eine für unendlich zu haltende, ganz freye und unisolirte Masse von Wasser mit in den Kreis bey Schließung der Kette gezogen würde, wählte er zu diesem Versuche eine Stelle in der Havel bey Potsdam, wo der Strom sich in eine breite seeartige Wasserfläche ergießt. Auf einen Prahm, der weit hinaus im Strome durch Pfosten unbeweglich erhalten wurde, errichtete er eine Zink-Silbersäule von 100 Schichtungen. Von dem einen Pole hing ein Draht in das Wasser; zum entgegengesetzten Pole gehörte ein Draht, der in einer Länge von 124½ Fuß über dem Wasserspiegel und parallel mit demselben ausgespannt,

*) Gilbert's Annalen der Phys. B. XIV. S. 385 u. s. w.

gespannt, und an einem eingerammten Pfosten von äußerst trockenen und vollkommen isolirenden Holze befestiget war. Der ausgespannte Polardraht berührte übrigens den Pol der Säule nicht unmittelbar, sondern nur vermittelst eines Gasapparats. Blieb nun Alles in dem erwähnten Zustande, so daß der ausgespannte Draht an seinem von der Säule abgewendeten Ende nicht mit dem Wasser in Berührung kam, so fand keine Wasserzersetzung im Apparate Statt. Sobald man aber dieses Ende mit dem darunter stehenden Wasser durch eine angebrachte metallische Zuleitung in Verbindung setzte, so ging in einem Nu die Zersetzung von Statten, und zwar gerade mit derselben Energie, als wäre der Gasapparat unmittelbar von Pol zu Pol angebracht worden, so daß die Wirkung sich vollkommen gleich blieb, der schließende Bogen mochte eine Ausdehnung von 1½ Fuß, oder 249 Fuß haben. Daß aber hierbey keine Täuschung Statt fand, davon gibt das Detail des Versuchs den vollkommensten Beweis.

1) Zog man den Draht, der vom untern Pole gerade zu in den Strom hing, aus dem Wasser heraus, so hörte ebenfalls alle Wasserzersetzung auf.

2) Hielt man mit der einen Hand das Ende des langen ausgespannten Polardrahtes, während man mit der andern irgend einen Punkt der großen Wasserfläche berührte, so bekam man eine Commotion, die beynahe eben so stark war, als hätte man die Pole unmittelbar durch gemeinschaftliche Berührung mit beyden Händen entladen.

3) Das Nämliche fand Statt, wenn das Ende des langen Polardrahtes ins Wasser hing und man 129 Fuß davon den Draht des entgegengesetzten Pols in die eine Hand nahm, und mit der andern die Oberfläche des Wassers berührte.

4) Hing das Ende des langen Polardrahts ins Wasser, und wurde der entgegengesetzte Polardraht aus dem Wasser gezogen, so gab das Elektrometer, welches man an dem Ende des langen Drahtes, oder an dem darunter stehenden Wasser anwendete, eine sehr starke + Divergenz. Prüfte man aber das Wasser, welches um 3 bis 4 Fuß im Umkreise

vom

vom Polardrahte entfernt war, so wurde die Divergenz immer schwächer, und in einer Entfernung von 6 Fuß schien jede Spur von Divergenz aufgehört zu haben. Das Nämliche fand Statt in der Gegend des Wassers, wo der entgegengesetzte Polardraht hing, nur daß die Divergenz der Art nach das Umgekehrte der vorigen war.

5) Er war daher begierig zu wissen, wie sich die atmosphärischen Erscheinungen verhalten würden, wenn beyde Drähte in das Wasser hängend die Zersetzung im Gasapparate geben würden. Nach der Analogie seiner frühern Versuche hätte sich in der Gegend des Minusdrahtes das Wasser negativ zeigen sollen, und an der entgegengesetzten, wo der Plusdraht hinein reichte, hätten positive Divergenzen entstehen müssen. Dieß fand aber nicht Statt. Sobald die Kette geschlossen war, verschwand jede Spur von Elektricität. Doch war er der Meinung, daß vielleicht eine kräftigere Säule die erwarteten Erscheinungen gegeben haben würde.

6) Daß das Froschpräparat in heftige Zuckungen gerieth, als der elektrische Kreis an ihm durch den 249 Fuß langen Bogen geschlossen wurde, und daß die Wirkung eben so momentan schien, als hätte der Bogen die möglichst geringste Ausdehnung gehabt, bedürfe kaum einer Erwähnung. Nun knüpfte er, an das isolirte Ende des $124\frac{1}{2}$ Fuß langen Polardrahtes einen andern Draht von beynahe 100 Fuß Länge. Dieser war auf einer Rolle aufgewunden. Nun ruderte er mit einem Nachen fort, während er den Draht abwickelte, so daß er in jedem Punkte, wo er sich befand, und nach jeder beliebigen Richtung eine Verlängerung des Polardrahtes abgab. Ein ganz unversehrter Frosch, den er, nachdem er sich isolirt hatte, so hielt, daß seine Hinterfüße den Draht berührten, gerieth in die heftigsten Zuckungen, sobald der Kopf oder die Vorderfüße an die Wasserfläche gebracht wurden. Hier wurde der Kreis durch einen Bogen von 449 Fuß geschlossen, wovon $224\frac{1}{2}$ Fuß aus einer ungeheuren Wassermasse bestanden, und doch blieb sich die Wirkung der Entladung dem Grade nach scheinbar ganz gleich.

7) Auffallender war es, daß die einfache Application einer einzigen Silber- und Zinkplatte, die durch den mächtigen langen Bogen wirkten, schon hinreichend war, das Präparat in die heftigsten Zuckungen zu versetzen.

8) Besonders merkwürdig war der Umstand, daß bey Schließung der Kette, selbst bey einer solchen Ausdehnung des Bogens, die Wirkung auf das Elektrometer so instantan war, als sie nur immer unter ganz gewöhnlichen Umständen befunden werden kann. In einem untheilbaren Nu geschah die Berührung der Wasserfläche und das Zusammenfallen des am Pole stark divergirenden Elektrometers. Mit der Wasserzersetzung verhielt es sich durchaus eben so.

Aus allem diesen Angeführten erhellet, daß die Volta'sche Säule völlig gleiche Wirkungen mit der Elektricität zeigt. Ueberhaupt aber kam es nun darauf an, zu bestimmen, wie groß die Wirksamkeit der Säule sey. Untersuchungen hierüber hat besonders Herr D. Heidmann *) in Wien angestellt, und daraus folgende Resultate gezogen.

1) Daß die Wirsamkeit einer Säule in Verhältniß steht mit der Berührung der dazu angewandten Metallplatten unter einander. Um dieses genau zu bestimmen, nahm er 40 runde Kupferplatten, und eben so viele gleich große Platten aus einer Mischung von Zink und Zinn, 3 Zoll im Durchmesser; er setzte dann seine Säule mit Leinwandlappen, die in Salzwasser angefeuchtet wurden, wie gewöhnlich zusammen, und bestimmte ihre Wirksamkeit nach der Stärke des Erschütterungsschlages, der Funken, der Anziehung u. s. w. Um die Berührung so viel möglich vollkommen zu machen, hatte er eben so viele gleich große Kupferplatten, jede mit einer Platte von jener Zusammensetzung aus Zink und Zinn, durchs Verzinnen mit einander verbinden lassen, so daß nun stets eine Kupfer- und Zinkplatte nur eine einzige ausmachten. Aus diesen schichtete er nun eine Säule auf, und fand ihre Wirksamkeit um mehr als die Hälfte vermehrt. Er wählte zu den Zinkplattten eine Mischung aus gleichen Theilen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. X. S. 50 u. s. w.

Theilen Zink und Zinn, weil sie dadurch an Wirksamkeit nichts verlieren, aber leichter zu behandeln, und viel eher zu reinigen sind.

2) Daß die Wirksamkeit eines solchen Apparats im Verhältnisse stehe mit der Wasserzersetzung in den angefeuchteten Papier-, Leinwand- oder Tuchlappen, und mit der Oxydation der Metalle an ihrer Oberfläche zwischen zwey solchen vereinigten und aufgeschichteten Metallplatten. — Die Oxydation ließ sich schon nach ½ Stunde an beyden Oberflächen der Metallplatte wahrnehmen, und daß eine Zersetzung des Wassers vorgehe, beweise das Entstehen der Luft- und Wasserblasen, welche bey einer starken Wirksamkeit der Säule zwischen den beyden Metallplatten deutlich hervortreten, und sich nicht selten, wenn die Säule lange steht, als Schaum anhäufen. Er wählte, um diesen chemischen Veränderungen freyen Lauf zu lassen, Platten von 3 Zoll Länge und Breite, d. i. von 9 Quadratzoll Flächeninhalt.

3) Daß die Dauer der Wirkung und der Erzeugung einer elektrischen Flüssigkeit, gleich sey der Dauer der Zersetzung des Wassers und der Oxydation der Metalle in jeder Schicht, und daß daher auch hier die Elektricität als bloßes Produkt dieser chemischen Veränderungen anzusehen sey. Denn es hört alle Wirkung auf, so wie die Oberflächen der Metallplatten gänzlich oxydirt, oder die angefeuchteten Tuchlappen trocken werden.

4) Daß die Gestalt der Metallplatten auf die Stärke und Dauer der Wirksamkeit eines solchen Apparats nicht den geringsten Einfluß habe. Er ließ sich anfangs runde, dann aber viereckige Platten verfertigen, weil diese letztern ihrer Gestalt wegen leichter aufgeschichtet werden können.

5) Daß die Salzauflösungen zur Befeuchtung der Leinwand-, Papier- oder Tuchlappen deßhalb vor dem bloßen Wasser den Vorzug verdienen, weil sie die Zersetzung des Wassers und die Oxydation der Metalloberflächen durch ihre vermehrte Anziehungs- oder Leitungskraft begünstigen, und dadurch die ganze Wirksamkeit der Säule erhöhen. Es

sind also die Auflösungen metallischer Salze am wirksamsten; allein die Wirkung läßt in diesem Falle auch viel früher nach. Uebrigens scheine auch die Zersetzung der angewandten Salze dabey einigen Einfluß zu haben, welches sich mit dem Ammoniakgeruche, bey der Anwendung des Salmiaks erkennen lasse, und aus der halbkaustischen Sode, die sich bey Anwendung des Kochsalzes, zwischen den Metallplatten heraus crystallisirte, nachdem er seinen Apparat von 200 solchen Platten, 14 Tage hindurch hatte stehen lassen, und dann dieses Salz und die Oxyde beyder metallenen Oberflächen untersuchte.

6) Daß die durch einen solchen Apparat erzeugte elektrische Flüssigkeit von ähnlicher Natur sey, als die durch andere künstliche Maschinen hervorgebrachte Elektricität; bloß ein höherer Grad von Zersetzbarkeit und eine trägere Anziehungskraft sind ihr ausschlußweise eigen. Um dieß aus der Aehnlichkeit der Wirkungen zu bestimmen, war er bemüht, dadurch Wasser zu zersetzen; entzündliche Körper, als Phosphor, Schwefel, Schießpulver u.s.w. zu entzünden; das Anziehen leichter Körper zu beobachten; Metalle zu verbrennen, als Gold, Silber, Zinn, Kupferblättchen und Drähte; den Condensator und Leidner Flaschen zu laden u.s.w.

7) Daß er auch hier keinen Unterschied von positiver und negativer Elektricität an der Kupfer- und Zinkseite wahrzunehmen im Stande war. Alle Unterschiede in Rücksicht der Wirkungen und Erscheinungen auf der Kupfer- und Zinkseite ließen sich darauf zurückführen, daß die Kupferseite, wegen ihrer größern Anziehungs- und Leitungskraft zur elektrischen Flüssigkeit, eine größere Menge von der hier erzeugten Elektricität aufnehme, welches sich aus dem stärkern Anziehen, einem heftigern Schlage, und aus vielen andern Erscheinungen auf dieser Seite deutlich wahrnehmen lasse.

8) Daß dadurch die Lehre von der Natur oder den Bestandtheilen des Wassers nach dem heutigen System der Naturforscher, welche es aus Sauerstoff und Wasserstoff bestehen lassen, eine neue Bestätigung erhält. Er erfand hierzu eine eigene Vorrichtung. Golddrähte werden bloß ihrer schweren

Oxydir-

Oxydirbarkeit wegen von der gewöhnlichen Wirksamkeit einer solchen Säule auf der Zinkseite nicht oxydirt, und geben hier den zweyten Bestandtheil des Wassers, den Sauerstoff. Als er bey einer Säule aus 300 Platten auf der Zinkseite statt eines Golddrahtes, ein dünnes rundes, mit reinen feinen Goldblättchen überzogenes Stück Holz anwandte, entwickelten sich auf dieser Seite nur sehr wenig Luftblasen, und nach einer Stunde war das Goldblättchen schon gänzlich oxydirt, und dieses Oxyd tief in das Holz eingedrungen. Die Menge des auf dieser Seite sich entwickelten Gas war sehr geringe.

Um die Wirkungen der Batterie einer Berechnung zu unterwerfen, setze man die Anzahl der Plattenpaare derselben = n, so ist die ganze Anzahl der einzelnen Platten, woraus sie besteht = 2 n. Nimmt man ferner an, daß die unterste Platte nur von Kupfer, die oberste von Zink sey, und es sey die Quantität von galvanischer Elektricität, welche sich in der letztern über ihren natürlichen Zustand anhäuft, = x. Es werden dann die Spannungen der verschiedenen Zinkplatten vom obern Ende der Säule bis an ihre Basis herab, folgende arithmetische Progression bilden;

$x;\ x-1;\ x-2 - - x-(n-1)$, deren Summe ist:

$$nx - \frac{n \cdot n-1}{2}$$

Die Kupferplatten werden gleichfalls folgende Progression bilden:

$x-1;\ x-2;\ x-3 - - x-n$, deren Summe ist:

$$nx - \frac{n \cdot n+1}{2}$$

Die Totalsumme dieser Spannungen der Zinkplatten und der Kupferplatten ist $2nx - n^2$.

Im Zustande des Gleichgewichtes muß sie = 0 seyn, wenn die Säule isolirt ist, und bloß ihre ursprüngliche Menge von Elektricität hat, die durch 0 ausgedrückt worden; denn alsdann können die obern Platten ihren Ueberschuß nur auf

Kosten der untern erhalten. In diesem Falle wird also, $2nx - n^2 = 0$; woraus sich ergibt $x = \frac{n}{2}$.

Sie ist die nämliche, wie die vorhergehende, mit Ausnahme des vorstehenden Zeichens.

Die Spannung der mten Zinkplatte, vom obern Ende der Säule angerechnet, wird seyn $x - (m - 1)$ oder $\frac{n}{2} - (m - 1)$.

Die Spannung von einer Kupferplatte, welche sich in gleich weiter Entfernung von dem untern Ende der Säule befindet, wird seyn $x - n + m - 1$ oder $-\frac{n}{2} + m - 1$.

Sie ist die nämliche, wie die vorige, mit Ausnahme der Zeichen; und wenn daher die Säule isolirt ist, und nur ihre natürliche Quantität von galvanischer Elektricität besitzt, so haben die von den Enden gleich weit entfernten Platten gleiche Elektricität, die eine eine positive, die andere eine negative.

Ist eine Zinkplatte da, die sich in ihrem natürlichen Zustande befindet, so wird ihre Spannung Null seyn; ihre Ordnung würde daher durch folgende Gleichung bestimmt: $\frac{n}{2} - (m - 1) = 0$, woraus sich ergibt $m = 1 + \frac{n}{2}$.

Soll m eine positive und ganze Zahl seyn, so muß n eine gerade Zahl seyn. Dann ist die Kupferplatte, welche die nämliche Spannung hat, mit entgegengesetzten Zeichen genommen, auch im natürlichen Zustande; und da ihre respektiven Entfernungen von den zwey Enden der Säule $1 + \frac{n}{2}$ sind, so werden sich beyde Platten in der Mitte der Säule befinden.

Steht die Basis einer Säule aus n Plattenpaaren mit der Erde in Verbindung, so erhält man für die Spannungen der

der Zinkplatten von oben herab folgende arithmetische Progression n; n — 1; n — 2 — 1, deren Summe ist $\frac{n.n+1}{2}$.

Die Kupferplatten bilden von oben herab folgende Progression

$$n-1;\ n-2;\ n-3 \text{ —— } 0$$

deren Summe ist: $\frac{(n-1)n}{2}$

Addiret man diese Summen zusammen, so erhält man n^2, als die Quantitäten von galvanischer Elektricität, welche die Säule über ihren gewöhnlichen Zustand hat. Dieß ist nun die Ladung der Säule. Sie wird durch die Quadratzahl von n ausgedrückt, so wie die Spannung der obern Platte auch die erste Dignität von n ist. Es werden aber, bey sonst gleichen Umständen, die Erscheinungen, welche von der Quantität der galvanischen Elektricität abhängen, die sich in der Säule anhäuft, mit der Höhe der Säule schneller wachsen, als diejenigen, welche bloß von der Spannung abhängen.

Die elektrometrischen Zeichen sind bey einer isolirten Säule sehr schwach; ja es ist bey einer geringen Anzahl von Plattenpaaren gar nicht ein Mahl möglich, den Condensator merklich zu laden. Es sey q die Capacität des sammelnden Tellers vom Condensator, und man nehme die Capacität einer von den Platten der Säule für die Einheit an; so werden Quantitäten von galvanischer Elektricität q a und a erforderlich seyn, um den Teller und die obere Endplatte der Säule in gleiche Spannung a zu versetzen. Es sey ferner die condensirende Kraft des Instrumentes = i, wenn seine beyden Teller auf einander gesetzt sind, und der untere mit der Erde in Verbindung steht; so daß also eine durch b ausgedrückte Spannung bey der Verbindung die Teller, nach ihrer Trennung b i wird.

Wenn die Säule nicht isolirt ist, so ist die Spannung der obersten Zinkplatte = n. Bringt man nun diese Platte mit dem sammelnden Teller des Condensators in Berührung, so wird sie ihm einen Theil ihrer galvanischen Elektricität abtreten;

treten; da sich aber dieser Verlust auf Kosten der Erde wieder ansetzt, so wird ihre Spannung die natürliche bleiben, und die Spannung des Condensators wird auch $= n$ werden. Die absolute Quantität, womit er geladen seyn wird, und die x heißen soll, steht im Verhältnisse seiner Capacität und condensirenden Kraft; man erhält daher für eine nicht isolirte Säule $x^1 = q\,n\,i$.

Ist im Gegentheile die Säule isolirt, so kann sich die obere Platte mit dem Condensator nicht ins Gleichgewicht setzen, ohne daß sie ihre Spannung verändert. Diese Spannung sey im Zustande des Gleichgewichts $= x$, so wird die durch den Condensator verschluckte Quantität $= q\,i\,x$ seyn.

Die Summe der Spannungen aller Platten der Säule ist aber $2\,n\,x - x^2$. Diese Summe nebst der Ladung des Condensators wird Null in einer isolirten Säule, welche nur ihre natürliche Quantität von galvanischer Elektricität hat. Man erhält daher zur Bestimmung von x folgende Gleichung

$$2\,n\,x - x^2 + q\,i\,x = 0;$$

woraus sich ergibt $x = \frac{n^2}{2\,n + q\,i}$.

Dieses ist der Ausdruck der Spannung für den obersten Theil der Säule. Man muß ihn durch $q\,i$ multipliciren, um die Ladung des Condensatores mittelst der isolirten Säule zu haben. Nennt man diesen y, so erhält man

$$y = \frac{n^2\,q\,i}{2\,n + q\,i}.$$

Setzt man für $q\,n\,i$ seinen Werth x^1, so ergibt sich

$$y = x^1 \cdot \frac{n}{2\,n + q\,i}.$$

Die Größe $\frac{n}{2\,n + q\,i}$ ist nothwendig ein Bruch, der um desto kleiner wird, je stärker die Kraft des Condensators ist; daher ladet sich der Condensator weit schwächer, wenn die Säule isolirt, als wenn sie es nicht ist.

Man

Man habe z. B. 30 Plattenpaare; der Condensator besitze nur die Capacität von einer dieser Platten, und er condensire 120 Mahl, wie es die Volta'sche thut; es wäre

$n = 30$; $q = 1$; $i = 120$, folglich $y = \frac{1}{6} x^1$.

Die Ladung des Condensators ist daher an der isolirten Säule 6 Mahl kleiner, als an der nicht isolirten.

Die Capacität des sammelnden Tellers ist gewöhnlich größer als 0. Setzt man solche $= 4$, indeß die andern angenommenen Größen unverändert bleiben, so findet man $y = \frac{1}{18} x^1$; folglich ist die Ladung in diesem zweyten Falle 18 Mahl geringer wie im ersten.

Wenn bey einer isolirten Säule die Zahl der Plattenpaare gerade ist, so müssen sich in ihrer Mitte 2 Platten befinden, die eine von Zink, die andere von Kupfer, welche in ihrem natürlichen Zustande sind. Dieses hat nicht mehr auf dieselbe Weise Statt, wenn der Condensator an dem obern Theile der Säule angebracht ist; dadurch verändert sich der Punkt des Ueberganges von der positiven Elektricität zur negativen. Nun war die Spannung der mten Platte vom obersten Theile der Säule angerechnet:

$x - (m - 1)$.

Soll diese Spannung Null werden, so müßte $m = 1 + x$ seyn; oder für x dessen Werth $\frac{n^2}{2n + qi}$ gesetzt, $m = 1 + \frac{n^2}{2n + qi}$. Der Werth von m, und folglich die Ordnung derjenigen Platte, die sich im natürlichen Zustande befindet, hängen also von der Anzahl der Platten und der Stärke des Condensators ab. Ferner muß noch, wenn die verlangte Bedingung möglich seyn soll, m eine ganze Zahl seyn. — So würde in einem der vorigen Beyspiele, wo $n = 30$, $q = 1$, $i = 120$ war, $m = 6$ seyn, d. h. es würde sich die 6te Zinkplatte, vom obern Ende an gezählt, im natürlichen Zustande befinden. Aber ohne die Wirkung des Condensators würde $m = 16$, und folglich erst die 16te Platte, von oben herunter, im natürlichen Zustande gewesen seyn.

Ueberhaupt wird, wenn n unverändert bleibt, der Werth von m in dem Verhältnisse kleiner, wie q i zunimmt. Der Uebergang der positiven Elektricität zur negativen in der Säule geschieht daher näher an dem obern Ende, je stärker der an diesem Ende angebrachte Condensator ist.

Wäre q i unendlich, so wäre $m = 1$; d. h. wenn die Stärke des Condensators ansehnlich genug ist, daß die Elektricität, womit ihn die Säule ladet, keine merkliche Spannung bey ihm hervorbringt, so wird er alle diese Elektricität verschlucken; die Säule wird negativ werden, und nur die oberste Platte wird sich im natürlichen Zustande befinden. Dieß ist der Fall bey einer Säule, die an ihrer Basis isolirt ist, und deren oberste Zinkplatte mit der Erde in Verbindung steht.

Würde der Condensator, statt an dem obersten Theil der Säule, an irgend einer Zinkplatte, deren Entfernung, vom obern Ende der Säule an gerechnet, m wäre, angebracht; so ist die Spannung dieser Platte $= x - (m - 1)$, und folglich wäre dann die Ladung des Condensators $q i . (x - (m - 1))$. Addirt man hierzu die Summe der Quantitäten der in der Säule enthaltenen Elektricität, welche $2 n x - n^2$ beträgt, so müßte die Summe im Zustande des Gleichgewichtes Null seyn. Dieß gibt zur Bestimmung von x folgende Gleichung:

$$2 n x - n^2 + q i (x - (m - 1)) = 0,$$

woraus sich ergibt,

$$x = \frac{n^2 + q i (m - 1)}{2 n + q i}.$$

Hieraus erhellet, daß sich in der obern Platte die Spannung nach Beschaffenheit der Lage des Condensators verändert. Ist $m = 1$, oder wird der Condensator am obersten Theil der Säule angebracht, so wird, wie zuvor, $x = \frac{n^2}{2 n + q i}$.

Vermittelst dieser Formeln kann man bey einer gegebenen Lage des Condensators, die Ordnung einer in ihrem natürlichen Zustande der Elektricität sich befindenden Platte finden. Denn wenn man diese Ordnung, vom obersten Ende

Ende an gerechnet, $= m^1$ setzt, so ist $m^1 = 1 + x$, oder

$$m^1 = 1 + \frac{n^2 + qi(m-1)}{2n + qi}.$$

Ist $m - 1$ kleiner als $\frac{n}{2}$, so muß der Condensator an der obern Hälfte der Säule angebracht seyn, hingegen an der untern Hälfte, wenn $m - 1$ diese Größe übersteigt. Wenn $m - 1 = \frac{n}{2}$, so ist der Werth von

$$x = \frac{n^2 + qi(m-1)}{2n + qi}$$

durch $2n + qi$ theilbar, und gibt $x = \frac{1}{2}n$; d. h. wenn man den Condensator in der Mitte der isolirten Säule anbringt, so wird die Spannung der obern Platte wie vorher seyn; aber es wird auch die Ladung des Condensators $qi(x-(m-1))$ folgende: $qi\left(x - \frac{n}{2}\right)$, und verwandelt sich in Null, wenn man den vorigen Werth von x substituirt. Folglich nimmt jetzt der Condensator gar keine Elektricität an.

Setzt man $m - 1 = \frac{n}{2} - w$,

und ist w positiv in der obern Hälfte der Säule, und negativ in der untern, so nimmt der Werth von x folgende Form an: $x = \frac{n}{2} - \frac{qi.w}{2n+qi}$. So wie w bejahend ist, wird n kleiner als $\frac{1}{2}$ n seyn.

Wenn aber w verneinend wird, so wird es größer als jener Werth. Daher nimmt die Spannung der obersten Platte ab, wenn man den Condensator an der obersten Hälfte der Säule anbringt; sie wird hingegen stärker, wenn dieß an der untern Hälfte geschiehet.

Die Ladung des Condensators wird ausgedrückt durch $qi(x-(m-1))$.

Setzt

Setzt man endlich für x seinen Werth, und druckt die Ladung des Condensators durch y aus, so findet man $y = \frac{2nw}{2n+qi}$; y ist daher positiv oder negativ, je nachdem w das eine oder das andere ist. Daher ladet sich der Condensator positiv, wenn man ihn an der obern Hälfte der Säule anbringt; er wird hingegen negativ geladen, wenn man ihn mit der untern Hälfte derselben verbindet.

Der Werth von x, welcher die Spannung der obersten Platte ausdrückt, ist, wie gefunden worden, folgender:

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qiw}{2n+qi}.$$

Wenn der Condensator an der untersten Zinkplatte der Säule angebracht ist, so wird

$$w = -\frac{n}{2} + 1 \text{ folglich } m = n, \text{ und}$$

$$x = \frac{n}{2}\left(1 + \frac{qi}{nn+qi}\right) - \frac{qi}{2n+qi},$$

mithin wird dann der Ausdruck für die Spannung der letzten Kupferplatte, welche x — n, folgender:

$$x - n = \frac{n}{2}\left(-1 + \frac{qi}{2n+qi}\right) - \frac{qi}{2n+qi}.$$

Ist die Stärke des Condensators unendlich, so wird die Größe $\frac{qi}{2n4qi} = 1$.

Daher ist dann $x - n = -1$; $x = n - 1$; d. h., wenn die Stärke des Condensators beträchtlich genug ist, daß die galvanische Elektricität, welche die Säule an ihn abtritt, keine merkliche Spannung in den sammelnden Teller hervorbringt, so wird er alle negative Elektricität neutralisiren, ausgenommen die von der untern Platte. Die Zinkplatte, woran der Leiter angebracht ist, wird sich im natürlichen Zustande befinden; die unmittelbar darunter liegende Kupferplatte wird — 1 haben, und der Rest der Säule positiv seyn.

seyn. Dieß ist der Fall bey einer Säule, welche mit Kupfer anfängt, und sich mit Zink endigt, und wo die erste Zinkplatte, von der Basis angerechnet, mit der Erde in Verbindung steht.

Wenn die Volta'sche Säule ihre Wirkung äußern soll, so wird die Gegenwart der atmosphärischen Luft erfordert. Hierbey entsteht aber die Frage, ob die Luft ihr Sauerstoffgas hergebe, mithin dasselbe durch die Säule absorbirt werde, oder ob die Oxydation des Zinks ihren Sauerstoff nicht vom Wasser erhalte, womit die Tuch- oder Pappscheiben durchnäßt sind? Um dieß gehörig zu entscheiden, haben besonders die Herren Biot und Cuvier *) in Paris Versuche angestellt. Sie stellten auf die galvanische Wanne eine Säule aus Kupfer, Zink und Tuchscheiben, die mit einer starken Alaunauflösung getränkt waren, brachten ihre Enden durch Eisendraht in Verbindung, und stürzten über sie einen Glascylinder, welcher nur wenig weiter, als das Fußgestelle der Säule war, so daß sich die geringste Veränderung der Luftmenge im Cylinder durch Veränderung des Wasserstandes in demselben zeigen mußte. In weniger als einer halben Stunde fing das Wasser an in den Cylinder aufzusteigen, und bald war eine Menge Luft absorbirt.

Um Resultate etwas mehr im Großen über diese Absorption zu erhalten, nahmen sie eine stärkere Säule, und stürzten darüber einen Glascylinder, der ein Decimeter weit und 5 Decimeter hoch war. Die Eisendrähte, welche als Leiter dienten, gingen durch Röhren voll Wasser, bogen sich unter dem Glascylinder um, und standen außerhalb der Wanne durch ein Gefäß voll Wasser mit einander in leitender Verbindung. Sie versicherten sich von der Wirksamkeit der Säule mittelst eines sehr kleinen Gasapparats. Nach 48 Stunden war das Wasser über 1 Decimeter um die Säule angestiegen, indeß es in Glocken, welche auf derselben pneumatischen Wanne daneben standen und atmosphärische Luft ohne eine Säule enthielten, sein Niveau nicht verändert hatte. Es fand

*) Annales de chemie. To. XXXIX. N. 117. p. 242. sqq.

fand sich ungefähr $\frac{1}{5}$ der Gasmenge absorbirt; der Rückstand war merklich leichter als atmosphärische Luft, und verlöschte Wachslichter augenblicklich, woraus sie schlossen, daß es Stickgas sey. Hieraus folgerten sie, daß die Volta'sche Säule die sie umgebende atmosphärische Luft zersetze, und den Sauerstoff desselben absorbire.

Um auszumachen, ob die Wirksamkeit der Säule durch diesen Sauerstoff der atmosphärischen Luft erhöhet wird, setzten sie die Säule in ein enges cylindrisches Gefäß, über das eine viel größere Glasglocke von bekanntem Inhalte gestürzt wurde. Die Enddrähte der Säule gingen durch Glasröhren voll Quecksilber, deren eine für den untern Pol, bis auf den Boden des cylindrischen Glases hinab reichte, und standen, wie zuvor, außerhalb des Apparats in leitender Verbindung. Die Luft zwischen beyden Gläsern wurde mittelst einer Röhre so weit ausgesogen, daß das Wasser bis auf $\frac{2}{10}$ der äußern Glocke in die Höhe trat. Als die Säule 17 Stunden lang in der wenigen übrigen Luft gestanden hatte, schien diese, nach der Absorption zu urtheilen, allen Sauerstoff verloren zu haben; zugleich gab die Säule nun keine Schläge mehr, bewirkte auf der Zunge nur einen sehr geringen Geschmack, und entband in einer ganz frischen Gasröhre nicht ein Luftbläschen, so daß sie endlich ihre Wirksamkeit für aufgehoben hielten. Nun wurde eine sehr geringe Menge Sauerstoffgas in die Glocke gebracht. Im Augenblicke erschienen in der Gasröhre wieder Gasblasen, und so wie sie mehr Sauerstoffgas hineinbrachten, nahm die Gasentwickelung zu, bis sie endlich so beträchtlich als zu Anfang war; zugleich wurden die Schläge wieder sehr merklich und der Geschmack unerträglich brennend. Nachdem sie wenigstens 4 Mahl mehr Sauerstoff hineingelassen hatten, als Stickgas rückständig war, stand das Wasser in der Glasglocke 2 Centimeter unter dem Niveau der äußern Wasserdrähte; sie ließen darin die Säule 24 Stunden fortdauernd wirken, worauf das Wasser in der Glocke um eben so viel über der äußern Wasserfläche stand, so daß wenigstens $1\frac{1}{2}$ Cubik-Decimeter Sauerstoffgas

während dieser Zeit verschluckt worden waren. Aus diesem Versuche sah man also, daß der Sauerstoff, den die Säule der atmosphärischen Luft entzieht, dazu beyträgt, die Wirksamkeit der Säule zu verstärken.

Ist aber der Sauerstoff in der umgebenden Atmosphäre zur Wirksamkeit der Säule unentbehrlich? — Um dieses zu beantworten, setzten sie eine zwischen drey Glassäulen errichtete Batterie von 40 Plattenpaaren Zink und Kupfer, an die eine feine hermetisch verschlossene Glasröhre angebracht war, unter den Recipienten einer Luftpumpe, zogen die Luft aus, und beobachteten während dessen den Gasstrom. Er war in freyer Luft sehr stark, und blieb auch während des Auspumpens und nach demselben so lebhaft, daß sich dieses nicht der Einwirkung der wenigen im Recipienten noch übrigen Luft zuschreiben ließ. Sie wiederhohlten diesen Versuch noch auf eine bequemere Art unter einer Spindelglocke. Als die Luft bis auf 3 Linien Queckſilberhöhe in der Barometerprobe ausgepumpt war, erhielten sie mittelst der Spindel noch immer sehr heftige Erschütterungen, und die Gasentwickelung in einem mit der Säule verbundenen Gefäße voll Wasser blieb so stark als gewöhnlich. Sie schlossen daraus, daß die Volta'sche Säule eine eigenthümliche von der äußern Luft unabhängige Wirksamkeit besitze. Herr Gilbert bemerkt hierbey aber ganz richtig, daß bey diesem Versuche die Alaunauflösung den zur Wirksamkeit der Säule nöthigen Sauerstoff hergeben konnte. Denn Säulen, welche reines Wasser zum feuchten Leiter haben, verlieren im luftleeren Raume sogleich ihre ganze Wirksamkeit.

Man s. Gilbert's Annalen an verschiedenen Stellen. Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde an mehreren Stellen.

Berlinerblausäure. (Zus. zur S. 333. Th. I.) Der Herr Apotheker Schrader *) in Berlin kam durch die bekannte Erscheinung, daß die Blausäure einen starken Geruch nach bittern Mandeln hat, auf den Gedanken, diese und andere

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIII. S. 503.

dere ähnliche Pflanzenprodukte auf sie zu prüfen. Er fand, daß sich der riechende Stoff der bittern Mandeln, des Kirschlorbeers und der Pfirsichblätter gegen das Eisen ganz wie die Blausäure verhält. Ein concentrirtes Wasser, das aus diesen Pflanzentheilen überdestilliret ist, gibt das schönste und reinste Reagens für Eisen. Mischt man etwas Kalk hinzu, so hat man eine Flüssigkeit, welche das Eisen aus Auflösungen sogleich niederschlägt, und darf nur etwas Säure (nur keine Salpetersäure,) hinzusetzen, um sogleich den blauen Niederschlag des Metalls zu erhalten. Destillirt man diese Wasser über kaustisches Kali, so bleibt im Rückstande eine wahre Blutlauge, welche Berlinerblau gibt, sich undeutlich crystallisiret, und ebenfalls bald zerfließt. Das übergehende Wasser hat zwar die Eigenschaft, Eisenauflösungen zu fällen, gibt aber kein Berlinerblau, sondern scheint Ammoniak zu enthalten. Denn hinzugetröpfelte Säuren lösen den Niederschlag wieder auf, und die Flüssigkeit reagirt auf Fernambukpapier. Pfirsichblätter mit kaustischem Ammoniak destillirt, gaben keine Blutlauge; eben so wenig ein Auguß von kaustischem Ammoniak auf Kirschlorbeerblätter, oder eine Verkohlung dieser Blätter mit Kali. Ein mehrere Jahre altes Oehl aus bittern Mandeln fällte die Eisenauflösung nicht.

Da die destillirten Wasser der angeführten Planzentheile sich in so vielen Fällen wie die destillirte Blausäure verhielten, so war er neugierig, zu sehen, ob auch diese Blausäure die Eigenschaft jener destillirten Wasser habe, das thierische Leben zu zerstören. Er flößte daher einem Sperlinge (Spatze) ein Paar Tropfen destillirter Blausäure ein. In demselben Augenblicke war er erstarrt. Dasselbe erfolgte, wenn er den Sperling über die Mündung der Flasche hielt, worin sich diese Säure befand.

Weder den durch Blausäure getödteten noch warmen Vogel noch einen andern in kohlensaurem Gas erstickten, vermochte oxydirt-salzsaures Gas, in welches sie gebracht wurden, zum Leben zurück zu rufen.

Aus

Aus diesen Versuchen schließt Herr Schrader, daß die Natur selbst Blausäure in manchen Pflanzen durch den Organismus derselben bildet.

Beryllerde, Glycinerde, Süßerde oder **Glycit** (Glycinia, Berylla, Glucin richtiger Glycire), (N. A.) ist eine von den einfachen Erden, welche **Vauquelin** zuerst entdeckt hat. Er fand sie zuerst im Beryll und nachher im Smaragd, zwey schon längst bekannten Edelsteinen, an. Ueber den Sibirischen **Beryll** haben nachher die Herren **Heyer, Bindheim, Herrmann, Lowitz**, und zuletzt auch **Gmelin** zu Göttingen Untersuchungen angestellt. Des letztern seine Resultate weichen von den der übrigen Herren darin ab, daß er durchaus keine Kalkerde darin auffinden konnte. In 100 Theilen waren zwey Crystallisationswasser; 54,75 Kiesel; 14,416 Alaunerde; 1,5 Eisenkalk. **Vauquelin** fand 68 Kiesel; 15 Alaunerde und 1 Eisenkalk. Auch **Gmelin** entdeckte darin die Beryllerde. Diese weicht von der Alaunerde darin ab, daß sie sich im Feuer eher lose als hart brennt; allen Säuren, wenn sie damit gesättiget werden, selbst der Schwefelsäure, was Bley nicht thut, einen süßen Geschmack mittheilet; mit dieser so wohl, als mit Kochsalzsäure leicht in Crystallen anschießt; mit Schwefelsäure ein leicht, in doppelt so vielem Wasser auflösliches Salz bildet; durch Zink nicht niedergeschlagen wird, wohl aber diesen und Eisen aus Säuren fället, und sich in kohlensaurem Salmiakgeist auflöset. Nach dem Brennen erhitzt sie sich weder im Wasser, noch löset sie sich darin auf. Sie wird durch kleesaure Salze aus andern Säuren nicht gefällt. Papier, das in kochsalzsaure Auflösung getaucht und nach dem Trocknen angezündet worden, zeigt in der Flamme keine besondere Farbe, und bey stärkerer Hitze läßt diese Erde ihre Schwefelsäure wieder fahren.

Nach Herrn **Trommsdorff** ist diese Erde die nämliche, welche Herr **Gadolin** in dem Ytterbyschen Steinbruche in Schweden entdeckte, und **Yttererde** nannte. (Man sehe Yttererde).

Beugung des Lichtes. (Zus. zur S. 338. Th. I.) Herrn **Brougham** a) war es immer wunderbar, daß die in ihren Einrichtungen so einfache und gleichförmige Natur nicht bey der Beugung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen eine eben solche Verschiedenheit in der Anordnung der einzelnen Lichttheile, wie bey der verschiedenen Brechbarkeit derselben, sollte getroffen haben. Zu dem Ende hat er eine Reihe von Versuchen unternommen, um das Daseyn solcher besondern Eigenschaften außer Zweifel zu setzen.

Um nicht mißverstanden zu werden, setzt er zuförderst folgende Begriffe fest: 1) wenn ein Lichtstrahl in einer gewissen Entfernung vor einem Körper vorbey fährt, so wird er einwärts gebogen; dieß nennt man **Inflexion**. 2) Wenn er in einer größern Entfernung vorbey fährt, so wird er abwärts gelenkt; dieß möchte man **Deflexion** nennen. 3) Der **Inflexionswinkel** ist derjenige, welchen der inflektirte Strahl mit der Linie macht, welche man mit dem Rande des inflektirenden Körpers parallel gezogen hat, und der Deflexionswinkel ist derjenige, welchen der Strahl von der Inflexion an dem Punkte macht, wo er an die Parallele trifft. Eben diese Bewandtniß hat es mit dem Deflexionswinkel. Weiter stellt Herr **Brougham** folgende Sätze auf: 1) die Kraft, mit welcher die Körper die Strahlen inflektiren und deflektiren, wirkt in Linien, die auf ihrer Oberfläche senkrecht stehen. 2) Die Sinusse der Inflexion und Deflexion, stehen mit dem Einfallssinus in einem beständigen Verhältnisse, welches in der Folge bestimmt wird. 3) Die Beugungskraft des Lichtes ist der fortstoßenden Kraft desselben, wie der Sinus des Unterschiedes zwischen dem Ablenkungs- und Einfallswinkel zum Cosinus des Ablenkungs- d. i. des Inflexions- oder Deflexionswinkels. 4) Man kann machen, daß die Lichtstrahlen in Schneckenlinien um einen Mittelpunkt gehen. 5) Wenn sich die Beugungskraft verkehrt, wie sich das Quadrat der Entfernung verhält, als welches am wahrscheinlichsten ist,

a) Philos. Trans. 1796. P. I. p. 227 u. f. f. Voigt's Magazin B. I. St. 2. S. 1. 1798.

ist, so ist die krumme Linie, welche vom Lichte beschrieben wird, die reine glockenförmige Parabel, Newton's 69ste Species. Verhält sich aber die Kraft umgekehrt, wie die Entfernung selbst, so muß eine konische Hyperbel quadrirt werden, und es läßt sich bloß das Verhältniß zwischen Abscissen und Semiordinaten von der zu findenden krummen Linie in Differenzialen angeben. Wäre die Kraft im umgekehrten Verhältnisse des Würfels der Entfernung, so ist die krumme Linie ein Kreisbogen, und denn für die Deflexion eine konische Hyperbel. Wenn der inflectirende Körper eine Kugel, oder ein Cylinder, und die Kraft im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung von der Oberfläche ist, so gehen die einwärts gebogenen Strahlen in einer Ellipse, und die deflectirten in einer Hyperbel, deren Brennpunkt das Centrum des beugenden Körpers ist. 6) Wenn ein Strahl auf eine Spiegelfläche fällt, so wird er vor seinem Einfall in eine krumme Linie gebogen.

Wenn ein convergirender Strahlenpinsel auf einen Körper fällt, so ist der Schatten kleiner, als der Körper im Verhältnisse des doppelten Inflexionssinus. Das Gegentheil findet Statt, wenn ein divergender Strahlenbüschel auf den Körper fällt. Der Einfallssinus oder Winkel ist größer als der Inflexionssinus oder Winkel, wenn die einfallenden Strahlen einen spitzigen Winkel mit dem Körper machen; machen sie hingegen einen stumpfen oder rechten Winkel damit, so findet das Gegentheil Statt. Der Incidenzsinus ist größer, als der Deflexionssinus, wenn der einfallende Strahl einen stumpfen Winkel mit dem Körper macht; kleiner hingegen, wenn der Winkel ein spitziger oder rechter ist. Wird eine Kugel oder ein Kreis in einen Strahlenbündel gehalten, so convergiren die Strahlen nach einem Vereinigungspunkt.

Bis hierher war immer angenommen, daß die Lichttheilchen alle auf einerley Art von dem beugenden Körper afficirt würden; daß aber dieß keinesweges der Fall sey, hat Brougham durch diese Versuche gezeigt. 1) Er setzte in den Laden eines dunkeln Zimmers ein Metallscheibchen mit einer

Oeffnung von $\frac{1}{20}$ Zoll im Durchmesser. Vor das Loch stellte er ein Prisma, dessen brechender Winkel 45° betrug, und bedeckte es bis auf eine kleine Stelle an jeder Seite mit schwarzem Papier. Auf den unbedeckt völlig reinen Theil ließ er Sonnenlicht fallen, und fing das Farbenbild mit einem 6 Fuß vom Laden stehenden Papiere auf. In die Strahlen setzte er, 2 Fuß von Prisma in einer vertikalen und mit dem Papier parallelen Lage, einen schwarzen unpolirten Stift, dessen Durchmesser über $\frac{1}{20}$ Zoll betrug. Der Schatten desselben zeigte sich in dem farbigen Bilde auf dem Papiere, und hatte einen beträchtlichen Halbschatten, besonders in glänzendsten Roth desselben. Er war aber keinesweges in allen seinen Theilen von gleicher Stärke; im violetten Theile war er am weitesten und deutlichsten, im rothen hingegen am schmälsten und undeutlichsten; in den Zwischenfarben von mittlerer Stärke und Deutlichkeit. Seine Gränzen waren nicht geradlinig, sondern convex gegen die Achse und näher an derselben bey den weniger brechbaren Strahlen, so daß die Achse eine Art Asymptote von den Gränzlinien vorstellt. Dieses kann nicht etwa von einer Unregelmäßigkeit in dem Stifte herrühren, sondern es zeigte sich eben so in allen andern auf ähnliche Art gebrauchten Körpern.

2) An die Stelle des Stiftes setzte Brougham einen Schirm, in welchen eine Metallplatte mit einer Oeffnung von $\frac{1}{12}$ Zoll im Durchmesser eingesetzt war. Ein Gehülfe mußte das Prisma langsam um die Achse drehen, und Brougham beobachtete das runde Bild, welches die verschieden farbigen Strahlen auf dem Papiere machten, indem sie durch die kleine Oeffnung fuhren. Das von den roth gebildeten war am größten. Das von der violetten am kleinsten, und die von den Zwischenfarben waren von mittlerer Größe. Auch waren, wenn Brougham an die Rückseite der Oeffnung eine scharfe Messerklinge hielt, so daß die von Grimaldi und Newton beobachteten Franzen erschienen, diese Franzen im rothen Lichte am breitesten und mehr einwärts gegen den Schatten gekehrt; auch mehr ausgebreitet, wenn

das

das Messer über der Oeffnung bewegt wurde. Das Loch selbst zeigte sich auf dem Papiere mehr erweitert, wenn es während der Bewegung von den rothen Strahlen erleuchtet wurde, als wie es von den violetten geschah. Nun ist nach dem ersten Versuche der Incidenzwinkel von den rothen und allen übrigen Strahlen von gleicher Größe, und doch waren die Inflexionswinkel ungleich, am größern nämlich bey den rothen, am kleinsten bey den violetten; auch wenn wirklich der Unterschied zwischen ein Paar neben einander liegenden größer war, als es im Anfange des Versuchs den Anschein hatte. Endlich war nach dem 2ten Versuche der Winkel beym Einfall der rothen Strahlen fast den beyden violetten gleich, als das Prisma und dessen Farben in Bewegung waren, gleichwohl wurden die violetten Strahlen am wenigsten und die rothen am meisten inflectirt. Eben dieß war auch der Fall bey der andern Inflection an der Messerschneide. Hieraus folgert Brougham, daß die Sonnenstrahlen eine verschiedene Beugbarkeit haben, so daß die am wenigsten brechbaren, die am meisten beugbaren sind.

3) Brougham ließ ein Farbenbild auf ein horizontales Blatt fallen und befestigte zwischen diesem Blatte und dem Prisma auf dem Tische 2 Messerklingen mit gerader Scheide und in einem Winkel von einander, 3 Zoll weit vom Blatte. Bey der Bewegung dieser Klingen zeigte es sich alle Mahl, daß beym rothen Lichte die Franzen breiter und weiter von einander und vom Lichte entfernt waren, als beym violetten oder irgend einem andern. Ueberhaupt ergab sich aus diesem Versuche, daß die Franzen von der durch die Messerschneide verursachte Inflexion gebildet, und von der Deflexion der andern in ihren Schatten geworfen und zerstreuet wurden, und dieß am meisten beym violetten Lichte. Aus einer vierten Beobachtung ergab sich, daß die Franzen von einer Farbe in die der nächsten deflectirt wurden, am meisten beym rothen, am wenigsten beym violetten Lichte, so daß die beugbarsten Strahlen sich zugleich auch als die deflexibelsten zeigten.

Nun war es Herrn **Brougham** daran gelegen, erstlich das Verhältniß zu bestimmen, in welchem, bey gleichen Incidenzwinkeln, der Inflexions- und Deflexionswinkel gegen einander stehen; und dann, welche Proportion in der Flexibilität der verschiedenen Strahlen gegen einander Statt findet. Dieß setzt er indessen so lange aus, bis die Region der farbigen Strahlen erst aufgeklärt ist.

Brougham sucht den physischen Grund dieser Erscheinungen theils in einer bestimmten Anziehungskraft der Körper gegen die Theile des Lichtes, und theils in der verschiedenen Größe der einzelnen Lufttheilchen selbst.

Die merkwürdige Eigenschaft von der Beugung des Lichtes entdeckte **Grimaldi** a) zufälliger Weise um die Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts, und nannte sie **Diffraction**. Bis dahin war bloß bekannt, daß sich das Licht nur in geraden Linien fortpflanze, es mochte entweder gebrochen, oder zurückgeworfen werden, wenn die brechende Materie von durchaus gleicher Dichtigkeit war. Es vermuthete aber niemand, daß ein Lichtstrahl von dem geradlinigen Wege abweichen werde, wenn er nahe an den Rand eines Körpers vorbeygehet. Auch D. **Hooke** macht auf die Entdeckung von der Beugung des Lichtes Ansprüche. Seine Versuche und Beobachtungen darüber theilte er im Jahre 1672. der königlichen Gesellschaft zu London mit. Sie sind in den äußern Umständen von den **Grimaldi'schen** verschieden, und es ist daher wahrscheinlich, daß D. **Hooke** von diesen nichts gewußt hat.

Newton wiederhohlte **Grimaldi's** und **Hooke's** Versuche mit der größten Genauigkeit, und stellte noch weit mehrere Versuche darüber an, welche er im dritten Buche seiner Optik weitläuftig beschreibt. Ließ er in einem dunkeln Zimmer den Schatten eines Menschenhaares auf eine Fläche fallen, so fand er denselben viel breiter, als ihn gerade fortgehende Strahlen hätten machen können. Aus den Erscheinungen schloß er, daß das Haar auf das Licht, in einer nicht ganz

a) Physico-mathesis de lumine, coloribus et iriola, aliisque annexis, Bononiae 1665. 4. p. 2.

ganz geringen Entfernung wirken müsse, und zwar auf die dem Haar am nächsten liegenden am stärksten, auf die entfernteren aber immer weniger, nach Maßgabe ihrer Entfernungen vom Haare, so daß also die nächsten vom geraden Wege am nächsten, und die entferntern immer weniger abgelenkt würden. Dieselben Erscheinungen zeigten auch Ritzen auf polirten Glasplatten, und Haare zwischen solche Platten gelegt. Die Schatten aller Körper waren mit drey unter sich parallelen gefärbten Lichtsäumen oder Streifen umgeben, wovon derjenige, welcher zunächst den Schatten lag, am breitesten und hellsten, der entfernteste aber am schmälsten und so schwach war, daß man ihn kaum erkennen konnte. Die Breiten der Säume, und Zwischenräume verhielten sich wie die Zahlen 1, $\sqrt{\frac{1}{2}}$, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{4}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$. Diese Verhältnisse blieben in allen Entfernungen vom Haare beynahe dieselben; nur waren die dunkeln Zwischenräume in der Nähe nicht so schwarz und so deutlich, wie in großen Entfernungen.

Newton hatte sich vorgenommmen, diesen Gegenstand noch sorgfältiger und weiter zu bearbeiten, ward aber davon abgehalten, und ließ ihn nachher gänzlich liegen. Nach Newton stellte Maraldi [α]) weitere Untersuchungen über die Beugung des Lichtes an. Sie beziehen sich aber hauptsächlich auf die Beugung des Lichtes nach den Körpern zu, deren einige zwar Newton auch angestellt, aber noch sehr unvollkommen gelassen hatte. Er fand, daß undurchsichtige cylindrische Körper in das Sonnenlicht gehalten, bis auf eine Entfernung, die ihrer 38 bis 45 fachen Dicke gleich ist, einen ungemischten schwarzen Schatten werfen, welcher aber in größern Weiten in der Mitte heller wird, und nur an den breiten Rändern mit breiten dunkeln Streifen begränzt ist.

Noch weitere Versuche über die Beugung des Lichtes stellten du Tour [β]), de l'Isle [γ]), le Cat [δ]) an. Letzterer bemerkt,

α) Mémoir. de l'Acad roy. des scienc. de Paris an 1723.
β) Mémoir. presentés. Vol. V. p. 626.
γ) Mémoir. pour servir et l'instr. et au progrès de l'astron. Petersb. 1738. 4. p. 205 sqq.
δ) Traité des Sens. p. 299.

bemerkt, daß sich die Gegenstände, wenn man sich ihnen mit einem Körper bis auf eine gewisse Weite nähert, nach dem Finger hin auszustrecken, und bis auf eine gewisse Weite zu folgen schienen, wenn er weggezogen ward. Demselben Versuch schrieb er es auch zu, daß, wenn Wolken vor der Sonne vorüber gehen, die Schatten der Körper sich auf allerhand Art bewegen und zu tanzen schienen, wenn die Wolken an mehreren Stellen durchbrochen sind, wie man dieß besonders an dem Schatten des Fensterbleyes wahrnehmen kann. Eben dieser Beugung des Lichtes schrieb er auch zum Theil die prismatischen Farben zu, welche er vermittelst einer feinen, hart ans Auge gehaltenen Nadel erblickte, wenn er die Strahlen einer Lichtflamme schief darauf fallen ließ.

Ueber die Ursache der Beugung des Lichtes hat Newton nichts zu bestimmen gewagt, er fügte bloß folgende seiner Optik angehängten Fragen bey:

1) Wirken nicht die Körper in einer gewissen Entfernung auf das Licht, und beugen dadurch die Lichtstrahlen? Und ist nicht diese Wirkung, bey übrigens gleichen Umständen, in der kleinsten Entfernung am stärksten?

2) Sind nicht diejenigen Lichtstrahlen, welche sich in Ansehung der Brechbarkeit von einander unterscheiden, auch in Ansehung der Beugung verschieden? Und werden sie nicht durch die verschiedenen Beugungen von einander gesondert, so daß dadurch die dreyfarbigen Säume hervorgebracht werden? Imgleichen auf welche Art werden die Lichtstrahlen gebogen, um diese Säume zu bilden?

3) Werden nicht die Lichtstrahlen, indem sie neben den Rändern und Seiten der Körper vorbeygehen, mehrmahls hin und her, auf eine schlangenförmige Art gebogen? Und entstehen nicht vielleicht die Farbensäume aus drey solchen Beugungen?

4) Fangen nicht die Lichtstrahlen, welche auf Körper fallen und von ihnen gebrochen oder zurückgeworfen werden, gebogen zu werden an, noch ehe sie die Körper berühren? Und geschieht nicht die Zurückwerfung, Brechung und Beugung durch

durch eine und dieselbe Kraft, welche sich unter verschiedenen Umständen verschiedentlich äußert?

5) Wirken nicht Körper und Licht wechselsweise in einander, die Körper nämlich auf das Licht durch Aussendung, Zurückwerfung, Brechung und Beugung desselben; das Licht aber auf den Körper zur Erwärmung derselben, und um ihre Theile in eine vibrirende Bewegung zu versetzen?

Der Herr von **Mairan** nahm an, daß um alle Körper Atmosphären sich bilden, wodurch zwey Zurückwerfungen und zwey Brechungen entstehen, eine an der Oberfläche der Atmosphäre, die andere an dem Körper selbst. Die Dichtigkeit und brechende Kraft der Atmosphäre hielt er für veränderlich, wie man sie an der Luft wahrnimmt. Auch **du Tour** nahm eine solche Atmosphäre an, hielt aber nicht für nöthig, sie ungleich dicht zu machen. Ihre brechende Kraft sollte geringer, als die der Luft seyn.

Herr **Klügel** *) hatte zuerst folgende Erscheinung beschrieben, welche er aus der Beugung des Lichtes herzuleiten glaubt, "Eine Tafel, sagt er, auf der zwey Nadeln senkrecht befestiget sind, werde so ins Wasser getaucht, daß die obere Nadel die Oberfläche des Wassers berühre. Darauf bringe man das Auge mit dieser Nadel und dem Bilde darunter in eine gerade Linie, so wird das Bild gespalten erscheinen. Hält man das Auge etwas von dem Brete abwärts, so erscheinet das Bild wie eine Gabel, deren Zacken weit feiner sind, als der Stiel. Wo die Zacken sich krümmen, und in den Stiel zusammenlaufen, welches neben dem Knopfe der obern Nadel geschiehet, erscheint ein hellrother Streifen auswärts. Bewegt man das Auge nach dem Brete hin, daß sich der Kopf der untern Nadel dem der obern nähert, so verliert sich der Stiel der Gabel und die beyden Zacken laufen oben in einen halben Kreis zusammen. Die scheinbare Entfernung des gespaltenen Bildes von der obern Nadel schien mir eine gute Linie groß. Sobald man die obere Nadel das Wasser nicht bereichen läßt, fallen alle diese Erscheinungen weg."

*) Priestley's Geschichte der Optik durch Klügel. S. 39.

Herr Hällström *) zu Abo war der Meinung, daß die Beugung des Lichtes diese Erscheinung nicht erkläre. Er stellte einige, diesen Gegenstand betreffende Versuche an, um ihn mehr ins Licht zu setzen. Es schien ihm vor allen Dingen nothwendig, auf die Bedingungen zu sehen, unter welchen diese Erscheinung beobachtet wird, und auf die Umstände, von welchen sie vorzüglich abhängt. Zuerst ließ er eine trockene Nadel das Wasser berühren; da er aber die Erscheinung nicht gewahr werden konnte, und nur die obere Nadel die untere, ins Wasser getauchte zu decken schien, so stellte er das beobachtende Auge in einer Ebene mit den Nadeln; drückte das Bret, worauf die Nadeln befestiget waren, etwas nieder, so daß die Oberfläche des Wassers um die Nadel etwas concav ward. Allein auch so wurde er die erwartete Verdoppelung nicht gewahr, er erblickte vielmehr gar kein Bild, so lange das beobachtende Auge so gestellt war, daß eine gerade Linie vom demselben zur obern Nadel gezogen, gegen die Ebene durch die Nadeln, unter einem Winkel kleiner als 10 oder 12 Grad, geneigt war. Er verwarf daher auch diese Stellung der Nadeln, als zu seinem Zwecke untauglich, druckte das Bret noch etwas tiefer nieder, so daß die obere Nadel ganz ins Wasser getaucht war, und nur ihre obere Seite die Wasserfläche berührte, sah aber nichts, als die obere Nadel, welche die untere zu decken schien.

Da diese Erscheinung auf diese Art nicht erfolgte, zog er das Bret wieder in die Höhe, und zwar so, daß die obere Nadel mit dem Horizonte parallel war. Diese naßgemachte Nadel hob nun das Wasser in Gestalt eines Rückens mit in die Höhe, indem die benachbarten Wassertheilchen sich an die untern Theile der Nadel anhängten. Sobald dieses Erheben anfing, bemerkte er auch die lang erwartete Verdoppelung der untern ins Wasser getauchten Nadel, und je höher er das Wasser hob, um desto mehr entfernten sich diese beyden Bilder von einander. Dieser Bilder waren entweder zwey, oder sie

*) Diss. phys. continens explicationem phenomeni optici, quo obiecta, aquae subuersa, duplicata conspiciuntur. 1797.

sie liefen gegen das Ende der obern Nadel in einem Stiel zusammen, oder sie waren auch hier mit einem Halbkreise verbunden, je nachdem man das Auge in der Ebene durch beyde Nadeln so stellte, daß eine gerade Linie, von dem Auge durch das Ende der obersten Nadel gezogen, die die untere Nadel in einem Punkte zwischen ihrem Ende und dem Brete traf, oder ganz außerhalb derselben fiel, oder selbst durch ihre Spitze lief.

Aus diesen Versuchen war es nun nicht schwer, zu beurtheilen, ob die Lichtstrahlen, welche von der untern ins Wasser getauchten Nadel ins Auge kommen, wenn sie bey der obern Nadel dicht vorbey gehen, so wie **Klügel** meint, gebogen werden, oder ob sie nicht vielmehr beym Austritte aus dem Wasser in der Luft so gebrochen werden, daß sie ins Auge kommen, als gingen sie von zwey verschiedenen Objecten aus. Die vier Lagen welche die obere Nadel gegen die Wasserfläche nach und nach in den Versuchen annahm, sind so beschaffen, daß die Beugung des Lichtes, die immer dieselbe bleibt, in allen diesen Fällen immer dieselbe Wirkung hätte hervorbringen müssen. Da nun die doppelten Bilder der Nadel nur ein Mahl in einer einzigen Lage gesehen wurden, so erhellet daraus deutlich, daß die Beugung des Lichtes allein die erwähnte Verdoppelung nicht hervorbringen konnte; vielmehr beweisen die Versuche deutlich, daß sie aus der Eigenschaft des Lichtes folgt, welche bey veränderter Figur des Wassers verschiedene Bilder hervorbringt.

Ueberdieß sucht auch **Hällström** noch zu zeigen, daß diese Erscheinung ganz allein von der Brechung des Lichtes herrühre, und gar keine Beugung des Lichtes dabey angenommen werden darf. Seine Erklärung ist folgende: wenn zwey Nadeln so gestellet werden, daß wenn die eine unter Wasser getaucht wird, die andere horizontale einen Theil der Wasserfläche erhebet; so lege man durch die Nadeln eine senkrechte Ebene, deren Durchschnitt mit der obern Nadel den Kreis (fig. 14.) ab, mit der untern den Kreis cd, und mit der erhabenen Wasserfläche die krummen Linien be und af, die

die gegen die untere Nadel convex sind, bildet. Es seyn nun d und c zwey Punkte des Kreises d r c, die einander beynahe gegenüber stehen, und auf entgegengesetzten Seiten der Achse o i r liegen, daß die Lichtstrahlen, die aus ihnen ausgehen und gebrochen ins Auge o kommen, den Kreis d r c berühren, und also die beyden äußersten, die von diesem Kreise aus ins Auge kommen können.

Die Krümmung der Wasserfläche b e ist hiernach so beschaffen, daß einer von den aus d ausgehenden Strahlen, der nicht weit von e nach b zu auffällt, auf Curve b e normal ist, und deßhalb beym Uebergange aus dem Wasser in die Luft nicht von seinem geradlinigen Wege abgebrochen wird, mithin auch in der Luft von der Linie r i o divergiren muß. Nimmt man nun an, daß dieser normal einfallende Strahl sich um d drehe, daß der Punkt, wo er mit der krummen Linie b e zusammenstößt, gegen b zu rücke; so wird dieser Strahl immer stärker vom Einfallslothe abwärts gebrochen, statt daß er Anfangs von i o divergirte, damit parallel und convergirend werden, und dabey der Punkt, wo er die Linie r i o durchschneidet, immer tiefer gegen i, und zwar um so schneller herabrücken, je mehr der Strahl und die Linie i o convergiren. Kommt daher der Einfallswinkel dicht an b, so fällt auch der Vereinigungspunkt des gebrochenen Strahls mit der Achse i o dicht an i, da der Durchmesser der Nadel nur unbedeutend ist, bis endlich der gebrochene Strahl selbst mit der Nadel a b zusammenfällt. Das Auge mag also in einer beliebigen Entfernung über die obere Nadel, gleich viel in welcher, wenn es nur die Nadeln deutlich sehen kann, in der geraden Linie i o stehen, so erhält es immer einen Lichtstrahl, der aus d ausgehet, und in b e gebrochen wird. Nun sey h der Punkt der gekrümmten Wasserfläche, von wo das Auge, das in o ist, den aus d ausgehenden Lichtstrahl zu gebrochen erhält. Der Strahl d h, der in n aus Wasser in Luft trifft, muß dann vom Einfallslothe m n so abgebrochen werden, daß er in das Auge o einfällt. Unter den aus c ausfahrenden Strahlen, muß nothwendig auch einer, c g, gegen

gen d n so convergiren, daß er nach der Brechung in g, die Achse im Punkte o schneidet, mithin ins Auge fällt. Daher bemerkt das Auge o das Object c d als ein Bild in p q. Dasselbe gibt an der andern Seite, wo das Auge das Bild von c r d nicht in c, sondern in u v sehen muß.

Indessen ist noch zu bemerken, daß Herr Klügel die angeführte Erscheinung nicht allein von der Beugung des Lichtes, sondern auch von der Brechung desselben herleitet, und es ist auch wohl nicht zu bezweifeln, daß die Krümmung der Zacken, wo sie neben dem Knopfe der obern Nadel in den Stiel zusammen laufen, und der feine hellrothe Streif auswärts, der sich in dieser Stelle zeigt, der Beugung des Lichtes zu zu schreiben ist; denn die Strahlen vom jenseitigen Theile des untern Knopfs und den daran stoßenden Theilen des Strahls gehen in der gehörigen Lage des Auges so nahe beym obern Knopf vorbey, daß sie allerdings gebogen werden können.

Blitzableiter. (Zus. Theil I. S. 415.) Da es viele Beyspiele gegeben hat, wo es in Gebäude eingeschlagen hat, welche mit Blitzableitern versehen waren, so wurden hierdurch verschiedene Streitigkeiten über die beste Gestalt der Blitzableiter verursacht. Zu dem Ende unternahm es **Haldane** *) Versuche anzustellen, um den Grund zu entdecken, weßhalb der Blitz Gebäude traf, die mit Ableitern versehen waren.

Die Erscheinungen bey der geladenen Glastafel belehrten uns, daß, wenn man eine dünne nicht leitende Fläche zwischen zwey leitenden, z. B., zwey Metallflächen, so legt, daß sie über die Enden derselben ringsum hervorstehet, und die eine der Metallplatten dadurch isolirt wird, indeß die andere in leitender Verbindung mit dem Fußboden steht, die Elektricität, welche man der isolirten zuführt, sich auf der sie berührenden Oberfläche des Nichtleiters verbreitet, und zugleich die entgegengesetzte Oberfläche, an welche die nicht isolirte Metallplatte liegt, in einen entgegengesetzten Zustand von Elektricität versetzt. Beyde Zustände erhalten sich gegenseitig durch ihre

*) *Nicholson's* journal of natural philos. Vol. I. p. 433 sqq.

ihre beyderseitige Einwirkung auf einander; bey festen Nichtleitern selbst dann, wenn man die beyden leitenden Flächen von ihnen entfernt. Sobald man aber die beyden Metallplatten wieder an den Nichtleiter, und sie unter einander in eine leitende Verbindung bringt, so verschwindet sogleich die Elektricität, entweder ohne Geräusch, oder mit einem Knalle. Daß hierbey die atmosphärische Luft die Stelle des Nichtleiters vertreten könne, ist bekannt.

Hieraus dürfe man schließen, sagt Haldane, daß der Blitz eine solche Entladung dünner, doch weit gedehnter Luftmassen sey, die auf ähnliche Art elektrisiret seyn. Ihre obere Fläche sey in dem einem; ihre untere, nach der Erde zugerichtete Fläche, in dem entgegengesetzten Zustande von Elektricität; und wenn diese geladenen Luftmassen über hohe Gebäude fortziehen, welche zwischen ihren beyden entgegengesetzten Oberflächen eine leitende Verbindung abgeben, so erfolge die Explosion des Blitzes. Im Augenblicke, da der Blitz in ein Gebäude eingeschlagen, könne sich die untere Fläche der geladenen Luftmasse entweder über das ganze Gebäude, oder nur über einen Theil desselben, oder selbst gar nicht darüber verbreiten, wenn nämlich das Gebäude nur als ein Theil zu dem gehöre, was die leitende Verbindung zwischen den beyden Flächen ausmache.

Um sich nun hierüber durch Versuche zu belehren, welche mit dem Blitze so nahe als möglich übereinkämen, erdachte er einen eigenen Apparat, durch welche sich dünne Luftschichten laden und entladen ließen. Die Resultate seiner Versuche waren diese, daß es nicht sowohl auf die Gestalt und Construktion der Blitzableiter, die man an Gebäuden anbringt, als vielmehr auf die jedesmahlige Lage der untern Fläche der geladenen Luftschicht gegen das Gebäude ankommt, ob der Ableiter seine Dienste gehörig verrichten, und das Gebäude sichern werde.

Ob der Blitzableiter sich in eine Spitze oder in eine Kugel endigen müsse, ließ sich aus seinen Versuchen nicht leicht entscheiden. Bey den großen Wirkungen in der Natur sey

dieses

dieses wahrscheinlich gleichgültig. In seinen Versuchen hatte die Kugel 3 Zoll im Durchmesser, und die geladene Wolke höchstens 70 Quadratzoll Oberfläche. Kämen dagegen mehrere Morgen große Schichten geladener Luft ins Spiel, so sey in Vergleich mit ihnen, eine 3 Zoll große Kugel nicht besser als eine Spitze. Da aber doch über diese Frage sey gestritten worden, so wolle er sie aus den Resultaten seiner Versuche zu entscheiden suchen.

Nach ein Paar Versuchen zu urtheilen, seyn die Spitzen den Kugeln bey Blitzableitern vorzuziehen: sie wirken auf größere Entfernungen, und verrichteten die Wirkungen des Blitzes ohne Explosion, welche bey Kugeln immer Statt habe, und stets mit einiger Gefahr verbunden sey. Ein anderer Versuch zeige aber, daß eben diese Wirkung der Spitzen in größern Fernen, den Blitz desto mehr nach dem Gebäude zu lenke, und in so fern möchte es scheinen, daß Kugeln den Spitzen vorzuziehen wären. Bedenke man hingegen, daß die meisten Metalle in den Gebäuden zugeschärft oder zugespitzt seyn, und daß sie gerade wie die Spitzen auf den Ableiter wirkten, ihr Wirkungskreis also vielleicht weiter als der des Ableiters mit Kugeln reiche; daß ferner die Höhe einer Spitze, in Vergleich der ganzen Ausdehnung, wohl zu geringe sich machte, um die Gefahr, vom Blitze getroffen zu werden, merklich zu erhöhen: so scheine es doch, als dürfe man von Ableitern, die sich in Spitzen endigen, sich einen bessern Erfolg als von Ableitern mit Kugeln versprechen.

Diese Betrachtungen über die Wirkungen verstärkter Elektricität hat Haldane bisher mit Fleiß auf einzelne Gebäude eingeschränkt; allein er bemerkt, daß sie sich in der Natur auf einen viel größern Erdraum an einem Gebäude einnehmen und verbreiten könne. Der Blitz, der einen Gewitterableiter treffe, könne längs demselben, ohne dem Gebäude Schaden zu bringen, zur Erde herabgehen; allein wenn er in Berührung mit der Erde gekommen sey, werde er sich deßhalb noch nicht sogleich zersetzen. Das finde nur da Statt, wo er mit entgegengesetzter Elektricität angelangt sey; und

und finde er nicht auf diesem Wege gute Leiter, so könne er dabey noch großen Schaden anrichten.

Man pflege den Schaden, der in einiger Entfernung von dem Platze angerichtet werde, an welchen der Blitz eingeschlagen habe, aus Gründen der Franklinschen Theorie, dem sogenannten Rückschlage zu zu schreiben. Mit einer wenigstens gleichen Wahrscheinlichkeit lasse er sich davon ableiten, daß der Platz in dem Wege lag, daß der Blitz von einer der Oberflächen der geladenen Luftschicht zur entgegengesetzten seinen Lauf genommen habe.

Gegen Haldane's Erklärung über das Einschlagen des Blitzes in Häuser mit Ableitern bemerkt der Herr von Arnim *), der einzelne Funke, der an einer Flasche mit zerschnittenem Stanniol zu den einzelnen Stückchen Stanniol übergehe, könne kein Metall schmelzen, wenn auch die ganze Ladung es thue, eben so wenig scheine der geringe Funke, der dem Hause das elektrische Gleichgewicht wiedergebe, die mächtigen Wirkungen des ganzen Blitzes hervorbringen zu können. Vielleicht, meint er, wären die von Haldane angeführten Beyspiele so beschaffen gewesen, daß die Blitzableiter an der Erde isolirt gewesen wären, so daß der Blitz in einem Theil des Hauses eine bessere Halbleitung gefunden habe. Was aber die gleichzeitigen Blitzeinschläge an zwey verschiedenen Orten betreffe, so scheine etwas dem ähnlichen vorzugehen, was Aldini an halbbelegten Flaschen beobachtet habe. Wenn eins der beyden Häuser durch eine Wolke positiv elektrisiret werde, so werde das andere negativ, und elektrisire die über ihm stehende Wolkenschichte positiv; entladeten sich nun jene, so entlade sich auch diese. Solche abwechselnde positive und negative Zonen der Erde, scheinen auch der Wechsel des Elektrometers zwischen positiver und negativer Elektricität auszudrücken, so wie das örtliche Einschlagen der Gewitter sich sehr wahrscheinlich aus der Leitungsfähigkeit des Bodens, und daher entstehender Geneigtheit zu dieser Vertheilung erklären lasse.

Herr

*) Gilbert's Annalen der Phys. B. VI. S. 116.

Herr Reimarus hat Haldane's Gründe einer noch nähern Untersuchung unterworfen. Er bemerkt, daß dasjenige, was Haldane von der Ladung einer Luftschicht mit einer sehr zusammmengesetzten Zurüstung undeutlich und unvollkommen zeige, Kirchhoff's schwebende Tafel viel einfacher, begreiflicher und anpassender vorstelle. Es werde dabey auch noch mehr, als Haldane's Zurüstung zeigen könne, dargestellt, nämlich die Anziehung des gegenseitig elektrisirten Körpers. Die Sache aber sey in so weit richtig gefolgert: daß durch einen elektrisirten Körper ein anderer, gegenüber befindlicher, durch einen zwischenliegenden Nichtleiter abgesonderter, in die entgegengesetzte Elektricität versetzt wird, daß dieses folglich bey einer elektrisirten Wolke, und der darunter befindlichen Oberfläche der Erde, mittelst der darunter befindlichen Luftschicht geschieht, und daß der Blitz gleich dem Schlage ist, welcher von der einen Elektricität zur gegenseitigen durchbricht.

Gerade so hatte es auch Reimarus vorgestellt, und daher die Einbildung einer zuvor hier oder da in der Erde vorhandenen gehäuften Elektricität, oder eines allgemeinen Elektricitätsbehältnisses in der Erde, widerlegt. Elektricität könne ja nur an einem durch Nichtleiter abgesonderten Körper angehäuft werden. Das sey die Wolke, mittelst der Luft; nicht aber die Erde, welche überall ein, wiewohl unvollkommen zusammenhängender, Körper sey. Er folgerte daher daraus, daß die Elektricität sich an der Oberfläche der Erde nur so weit erstrecke, als die Ladung der Luftschicht unter der Wolke darauf wirke, und daß sie von einer Stelle zur andern vorübergehe, so wie die Wolke sich darüber hinbewege.

Haldane sollte, sagt Reimarus, den einfachen Funken auch nicht als eine wesentlich unterschiedene Erscheinung ansehen; es sey derselbe Fall mit dem Entladungsschlage, nur im Kleinen: denn auch hier werde der gegenüberstehende, durch die Luft abgesonderte Körper immer zuvor, ehe der Funke durchbreche, in gegenseitige Elektricität versetzt. Haldane versehe sich im Ausdrucke, wenn er sage, die untere Fläche

der geladenen Luftschicht schwebe über den Gebäuden. Allein diese untere Fläche liege ja, wie er selbst sage, auf der Erde und den darauf hervorstehenden Körpern. Die Unterfläche der Wolke hingegen liege auf der Oberfläche der geladenen Schicht. Die Wolke stelle also die eine Belegung, und die Erdoberfläche die gegenseitige vor. Der Durchbruch der einen zur andern geschehe ja auch selbst bey unsern Versuchen, zuweilen mitten durch eine Glasscheibe oder Flasche, da, wo sich eine schwache Stelle darin befinde; noch leichter also durch einen flüssigen Körper, wie die Luft sey. Es sey also, gleich wie einerseits die verschiedene Hervorbringung der Körper auf der Erde, so anderseits die verschiedene Lage und Gestalt der Wolken, als Belegung der obern Fläche jener Luftschicht, welche Anlaß gebe, daß der Schlag eher hier als dort durchbreche. So könne also die Wolke nicht allein mit einem Ende niedriger hangen, sondern auch eine ungleiche Unterfläche haben, und folglich der Zwischenraum der Luftschicht irgendwo dünner seyn, und daher ein Anlaß zum Durchbrechen des Strahls an dieser oder jener Stelle entstehen. Ferner könne auch, wenn gleiche Anlockung von oben oder von unten vorhanden sey, entweder ein getheilter Strahl auf mehr als einen Gegenstand fallen, oder es könne aus der über einer weiten Strecke an verschiedenen Stellen zugleich ein Ausbruch geschehen. So ereigneten sich zuweilen gleichzeitige Schläge auf ein Paar von einander entfernte Thürme.

Eine abseiten der Gegenelektricität hervorragende Spitze erleichtere den Durchbruch. Dieser erfolge daher in größerer Entfernung, als die Schlagweite auf einen stumpfen Körper seyn würde; er geschehe auch allmählich und ohne Schlag, wenn nur eine geringe und allmähliche Anhäufung von Elektricität vorhanden sey. Aber selbst bey unsern Versuchen sahen wir schon, daß wenn die Elektricität beträchtlich, oder wenn sie nicht ganz langsam gesammelt oder genähert worden, auch auf scharfe Spitzen merkliche, ja wohl noch stärkere Schläge als auf stumpfe Körper erfolgten. Es wäre also sehr übereilt, daß man sich vorstelle, metallene Spitzen würden

den auch vermögend seyn, die ungeheure Ladung einer Wetterwolke ohne Schlag im Stillen abzuleiten. Noch sonderbarer sey es, daß manche, ungeachtet schon mehrere Erfahrungen von Wetterschlägen auf zugespitzte Auffangstangen das Gegentheil gezeigt hätten, noch auf dieser Einbildung verharrten. Daß der gewünschte Vortheil der allmählichen Ableitung durch eine Spitze bey Gewittern nicht zu erwarten sey, zeigten die angeschmolzenen metallenen Spitzen; der Nachtheil aber, die Anlockung des Schlages aus größerer Entfernung, bleibe bey der großen Ladung wie bey einer geringen.

Der Unterschied eines größern oder geringern Abstandes eines Metalls von der Wolke, scheine zwar bey der großen Entfernung wenig zu betragen; die Erfahrung lehre aber doch, daß es, bey übrigens gleichen Umständen, allerdings darauf ankäme, und daß der Blitz sowohl seinen ersten Anfall, als auch die Sprünge, welche er unterwegs mache, wo oft der Unterschied des Abstandes sehr geringe sey, offenbar darnach richte. Wenn aber Haldane meine, daß neben einem zusammenhängenden Ableiter, andere Stellen im Gebäude, wo sich etwa zugespitzte Metalle befänden, gleichwohl getroffen werden könnten, wenn sich die geladene Luftschicht oder Wetterwolke darüber hin erstreckte, so habe er sich die Umstände des Durchbruchs vom Blitze nicht recht vorgestellt. Die Ladung an der Unterfläche der Wolke, und folglich die entgegengesetzte Elektricität an der Erde, sey zwar weit und breit ausgedehnt; aber jene sowohl als diese, müßten doch, wie die Erfahrung zeige, zusammenhängende Leiter vorstellen, und also, gleich wie die Belegungen unserer Flaschen, bey dem Durchbruche an einer Stelle, eine Entladung der ganzen Fläche verursachen. Wäre dieß nicht, haftete die obere Elektricität nur zerstreuet, als an einem Nichtleiter ohne Belegung, so müßten, gleich dem Funken von einer geriebenen Glas- oder Harzscheibe, von jeder Stelle besondere Blitze ausfahren; es müßte also von der ganzen Unterfläche der überhin ziehenden Wolke ein dichter Regen von Feuerstrahlen

auf die Erde herab stürzen. Glücklicherweise sey es aber nicht so beschaffen; die Wolke werde durch einen Schlag oder Durchbruch fürs gegenwärtige entladen, und brauche erst einige Minuten, um wieder aufs neue Elektricität aus der Luft zu sammeln. Zugleich werde also auch die verhältnißmäßig in gegenseitige Elektricität gesetzte Oberfläche der Erde, überall entladen.

Dieses habe Haldane nicht deutlich erwogen, da er meine: 1) die Entladung durch den Ableiter wirke nur dann im Umkreise, wenn die untere Fläche der geladenen Luftschicht sich über keinen Theil des Gebäudes weiter erstrecke, und 2) sie fände nur da Statt, wo der Blitz mit entgegengesetzter Elektricität in Verbindung käme, sonst würde er fortwirken, bis er an den Ort der entgegengesetzten Elektricität gelangt wäre. Was das erste betreffe, wie könnten wir uns den Umkreis der Gewitterladung irgend so eingeschränkt vorstellen, daß sie sich nur über eine gewisse Stelle des Gebäudes, wo der Ableiter läge oder nicht läge, erstreckte? Ein anderes sey es mit dem Durchbruche oder Blitzschlage, dieser, wie gesagt, brauche nur auf einer Stelle, wo sich die Veranlassung dazu finde, zu entstehen, so würden, wie bey unsern Flaschen, beyde entgegengesetzte Flächen entladen; sonst müsse ein Gebäude von jeder darüber schwebenden Wetterwolke immer überall getroffen werden. Was das zweyte anlange, so sey es ja, seiner eigenen Vorstellung nach, alle Mahl die Ursache und Wirkung eines Schlags, daß der Blitz zur entgegengesetzten Elektricität gelange, da er also nothwendig dort, wo er durchbreche und hintreffe, suchen und finden müsse.

Endlich untersucht Reimarus, in wie fern ein Ableiter nach zuverlässigen Beobachtungen und Folgerungen Schutz gewähre. Daß der Blitz eine zur Erde führende Strecke Metall, sie möge zufällig vorhanden, oder mit Fleiß angelegt seyn, vorzüglich ergreife, und sich daran halte, daß er von andern Körpern, die ihm mehr Widerstand darbiethen, abgeleitet werde, sey doch jetzt nicht mehr eine bloße, nach elektri-

elektrischen Versuchen gedachte Voraussetzung, sondern schon durch vielfältige Erfahrungen genugsam bestätigt. Wir müssen aber nicht vergessen, den ganzen Weg, welchen er von der Wolke bis zur Erde, als seinem Ziele, zu durchlaufen habe, in Erwägung zu ziehen. Der Blitz streife nämlich nicht ins Blinde umher, oder suche nur hier und da ein Stück Metall auf, sondern er nehme nur diejenigen in seiner Bahn mit, welche ihm am leichtesten zu seinem Ziele führten. Ueberhaupt aber müsse diese Bahn nothwendig dahin gehen, wo in dem ganzen Wege zwischen der Wolke und der Erde die Summe des Widerstandes, durch die Summe der anlockenden Körper überwogen werde. Darnach ließen sich die verschiedenen Fälle beurtheilen.

1) Der Blitz würde also sicherlich dem Ableiter folgen, wenn er ihn erreicht hätte. Wenn aber irgend eine andere nicht von Ableiter beschützte Stelle eines Gebäudes getroffen werde, so könne dieses nur da geschehen, wo der Widerstand der Körper, welche er in dem Wege zur Erde zu durchdringen hatte, weniger betrug, als wenn der Strahl durch die Luft weiter hin den Ableiter zu erreichen gesucht hätte. So z. B. wenn die Wolke von der andern Seite herkomme, besonders, wenn sie einer vorstehenden Ecke entgegen komme, und wenn der Strahl daselbst noch eine gute Strecke Metall zur Herableitung finde. Bey solchen Fällen war die Auffangungsstange des Ableiters nicht mit getroffen worden: doch läugne er nicht, daß es auch, wo die besagten Umstände sich das Gleichgewicht hielten, mittelst eines getheilten Strahls geschehen könne. Aus eben dergleichen Ursachen, vielleicht auch mittelst eines tiefen herabhangenden Zipfels der Wolke, oder einer Zwischenwolke, könne auch ein anderes niedrigeres Gebäude, in einiger Entfernung von dem Ableiter getroffen werden. Genug, man könne doch ein Gebäude von allen Enden beschützen, wenn man nur, wie in Hamburg geschehe, den ganzen Firſt mit einem Metallstreifen bedecke, der zu dem Ableiter hinführe, und also dem Strahle, er möge auffallen, wo er wolle, eine un-

schädliche Leitung zur Erde darbiethe. Darin habe man es aber in Amerika und England versehen, daß man zu viel auf die Anlockung einer zugespitzten Auffangungsstange getrauet, und die Sicherung anderer Enden des Gebäudes versäumet habe.

2) Ob wohl der Blitz sicherlich einem Ableiter, der bis zur Erde herabgehe, folge, so sey es doch möglich, wenn dieser nicht von zureichendem Umfange sey, daß noch ein Theil des Strahls einen Nebenweg suche. Dieß geschehe zwar nicht, wo er auch zu vielen Widerstand antreffe; denn so fänden wir, daß er sich oft auch an zu dünne Metalldrähte, die selbst dadurch verzehrt wurden, im ganzen Wege gehalten habe, ohne davon abzuspringen, oder durch Holz und Mauerwerk zu fahren; auch vertheile er sich nicht auf andere nahe, wenn gleich größere Metalle, die ihm nicht in Fortsetzung seiner Bahn zur Erde dienten. Wenn aber neben dem Ableiter noch ein anderes zur Erde führendes, zumahl vorzüglicheres Stück Metall so nahe vorhanden sey, daß er es ohne zu vielen Widerstand, nach Verhältniß seiner Stärke, erreichen könne, so springe wohl ein Theil des Strahls dahin von dem Ableiter seitwärts ab; denn wie sich vermuthen lasse, und wie auch die Spuren gezeigt hätten, sey doch der Blitz nicht ganz vom Ableiter abgewichen, sondern das Uebrige des Strahls sey demselben, so wie sonst, bis zu Ende herabgefolgt.

3) Wenn der Strahl nun zur Erde, als seinem Ziele, gelanget sey, so breite er sich allerdings auf der Fläche aus, welche nach Verhältniß der Wolke in gegenseitige Elektricität versetzt wäre. Die Leitung sey hier freylich etwas unvollkommen, oder unzusammenhängend. Daher könne man oft dem Wege der Flamme nachspüren. Auf gepflastertem, zumahl feuchten Boden, pflegte alsdann der Strahl nur an der Oberfläche weiter zu fahren und einen Schein sehen zu lassen; auf offenem Felde aber reiße er auch wohl Furchen ein, und sprenge den Rasen auf, indem er sich unter demselben in der Feuchtigkeit ausbreite. Die Wirkung einer

solchen

solchen Ausbreitung des Strahls sey und bleibe indessen da, wo die gegenseitige Elektricität gelagert gewesen wäre, d. h. an der Oberfläche der Erde. Wo der Blitz durch Feuchtigkeit, oder durch Metall, in etwas unter die Oberfläche hineingelockt werde, da verursache er eine Aussprengung des Bodens; keinesweges sollten wir also das Ende unserer Ableiter in die Erde oder, wie Haldane meint, bis unter die Grundmauer des Gebäudes einsenken. An der Oberfläche könne der sich ausbreitende Blitz ein und anderes vernichten. Menschen, die sich in dem Umfange befänden, würden zwar erschüttert, ihnen auch zuweilen die Schuhe aufgerissen, und die Füße etwas versengt, aber erschlagen würden sie nicht. Der Blitz fahre nicht wieder aufwärts zu der Wolke; die bloße Rückkehr der Gegenelektricität zu ihrem Gleichgewichte sey unbedeutend, und gebe keinen Rückschlag. Von diesem seltenen Falle, dem wirklichen Rückschlage, der durch eine Nebenwolke entstehen könnte, habe man sich nur ganz irrige Vorstellungen gemacht.

Herr Wolff *) in Hannover glaubte, daß man ganz mit Unrecht, und gegen alle Principien der Elektricitätslehre, die Auffangungsstangen abschaffen, und bloß zu Blitzableitern breite Metallstreifen, besonders von Bley, empfehlen wollte. Seine Gründe sind kürzlich diese:

1) Auffangungsstangen machten das Gebäude höher. Sie könnten also bey einer gut geordneten Ableitung die Gefahr des Blitzes von diesem Gebäude früher abführen, als die Gefahr in niedrigern in bestimmter Entfernung umherstehenden Gebäude erreichen werde. Diese letztern Gebäude seyn jetzt als versenkte Spitzen anzusehen, die, wie bekannt, ihre sonstige vorzügliche und bemerkenswerthe Eigenschaft in der Elektricität gänzlich verloren. Wenn daher Blitzableiter das Gebäude, woran sie angelegt worden, beschützen könnten; so könnten hohe, mit ihnen verbundene Auffangungsstangen, so gar auch vielleicht benachbarte Gebäude, die,

 jene

*) Gilbert's Annalen der Phys. B. VIII. S. 27 u. s. w.

jene Auffangungsstangen abgerechnet, niedriger seyn, als das mit der Ableitung versehene Gebäude, mit beschützen.

2) Das edelste Metall leitet die Elektricität am besten. Gold könnten wir aber zu Blitzableitern nicht nehmen; aber dürften wir nun gerade Bley, das geringe Metall, dazu wählen, welches unter allen Metallen die nachlässigste elektrische Leitungsfähigkeit besitze? Dafür, heiße es, mache man das Bley breit. Wenn aber die angehäufte elektrische Materie in ihrer Bahn durch schlechtere Leiter, als diejenigen sind, die sie zu- oder abführe, aufgehalten werde, so werde die Ausbruchkraft der Elektricität vermehrt; auch sogar alsdann, wenn der Raum, den sie im schlechtern Theile des Leiters einnehme, ungleich größer sey, als der Raum im guten Leiter, der sie zu- oder abführen könne. Dieß bewiesen unzählige gewaltsame Wirkungen des Blitzes; und dieses zeige auch der Versuch der Entzündung des Schießpulvers, indem vorher der merkliche Entladungskreis durch Wasser unterbrochen worden, sehr bestimmt.

Endlich führt Wolff verschiedene Versuche an, welche beweisen sollen, daß weder Blitzableiter mit spitzigen, oder mit einer Kugel versehene Auffangungsstangen, noch Metallstreifen das Gebäude vor den Blitz gänzlich sichern könnten.

Herr Reimarus *) beantwortet Herrn Wolff auf sehr bescheidene und gründliche Art. Er bemerkt ganz richtig, daß wir uns gar nicht darum bekümmern dürften, was die Materie des Blitzes sey, und was für Lehrmeinungen man darüber aufgestellt habe; es sey genug, wenn wir nur seine Wirkung wohl beobachten, und darnach unsere Anstalten einrichten. Eine ziemliche Anzahl von Wetterschlägen sey doch schon gesammelt, und nach dem, was daraus erhelle, könnten wir auch die Frage, auf welche es ankomme, zuversichtlich entscheiden.

1) Leistet eine zusammenhängende Strecke Metall, welche von oben bis unten aussen an das Gebäude angebracht ist, wirklich

*) Gilbert's Annalen der Phys. B. IX. S. 468.

wirklich den gehofften Nutzen, den Bliz daran herab und vor dem Gebäude vorbey zu leiten?

Dieß, glaubt Reimarus, sey doch die Hauptsache, und sie sey durch manche Erfahrungen nunmehr genugsam außer Zweifel gesetzt. Auch der Erfolg von Wolff's elektrischen Versuchen stimme damit überein; er wisse also nicht, wodurch dieß schwankend gemacht würde. Eine solche Zurüstung sey und bleibe folglich mit gutem Grunde empfehlungswürdig.

2) Sind wir aber durch unsere Blitzableiter völlig gesichert? Wäre nicht eins und das andere daran auszusetzen?

Wir beobachteten und lernten freylich noch immer mehr durch manche besondere Umstände, die sich bey verschiedenen Wetterschlägen ereigneten, und durch solche Beobachtungen unterrichtet, würden wir auch ferner suchen zu dieser Anstalt noch immer größere Vollkommenheit zu treffen. Indessen bringe das, was schon geleistet und durch Erfahrung bewähret worden, doch gewiß schon so ausnehmenden Vortheil, das unsere Vorfahren vor Franklin's Zeit von unschützbarem Werthe gehalten haben würden.

Die Bedenklichkeiten, welche nun Wolff wegen unserer Blitzableiter vortrage, seyn: 1) ob es genug sey, nur die obern Hervorragungen des Gebäudes mit Metall zu bedecken, ohne daneben eine zugespitzte Stange zu errichten.

Daß der Bliz dergleichen Bedeckungen, ohne Schaden zu verursachen, treffe und daran herabgeleitet werde, hätten Erfahrungen gezeigt. Es sey also doch wenigstens besser, so zu verfahren, als im Gegentheil nur eine Auffangungsstange ohne eine solche Bedeckung der First u.s.w. anzubringen, wovon wir schon aus verschiedenen Wetterschlägen die Unsicherheit gelernt hätten. Jener Rath wäre aber immer nützlich für diejenigen, denen die Errichtung der Stange zu viel Schwierigkeit kosten würde; ingleichen, wenn noch die Mitbürger glaubten, daß ein Ableiter doch der Nachbarschaft schaden könne, und man also sein Gebäude gern, ohne Aufsehen zu erregen, beschützen wollte. Er habe indessen nicht

vergessen, zu erinnern, daß die Auffangungsstange doch alle Mahl den Nutzen habe, einen Anfall des Blitzes vom Gebäude etwas entfernt zu halten, und daß sie deßwegen auf Strohdächern nothwendig sey, hier aber ja nicht scharf zugespitzt seyn müsse, damit nicht von der Anschmelzung glühendes Metall herabtröpfeln möchte.

Was Herrn Wolff's Versuche betreffe, so beweisen diese doch so viel, daß der Blitz wirklich der Metallleitung folge, und daß er das Gebäude nur alsdann beschädigen konnte, wenn die Ableitung wegen zu großer Schwäche beschädiget war. Es sey daher vorzüglich folgende Vorsichtsregel, daß man den Ableiter nicht zu schwach machen müsse.

Dann mache ferner 2) Herr Wolff Bedenklichkeit wegen der Ableitung durch Bleyplatten, weil Bley ein schlechterer Leiter, als anderes Metall sey. Allein Herr Reimarus bemerkt, daß eine vielfältige Erfahrung zeige, daß der Blitz an einer, sogar unterbrochenen Strecke Bley von etwa 4 Zoll Breite, welche hier und da zufällig an Dachrinnen, Gesimsen u. s. w. angebracht gewesen, ohne Strahlen herab fahre, den Streifen nur beym Zu- und Absprunge, so wie auch bey andern Metallen geschehen, etwas weniges anschmelze, übrigens aber nicht ein Mahl abreiße, viel weniger zerstöre. Nun habe aber das Bley andere beträchtliche Vortheile vor den feinern Metallen, nämlich daß es nicht glühend werde, daß man längere Strecken davon erhalten, und daß man die Zusammenfügungen ganz dicht an einander treiben könne. Es sey also zu Blitzableitern die Anwendung der Bleystreifen, von der Dicke des gewöhnlichen Dachrinnenbleyes, und in der Breite von 4 Zollen oder darüber, gar nicht zu verwerfen.

Bey dieser Gelegenheit empfiehlt Herr Reimarus noch einige Vorsichtsregeln, welche er aus wirklichen Erfahrungen einiger Wetterschläge herleite.

1) Ein Blitzableiter kann selbst bey gehöriger Stärke, durch Auseinanderspringung seiner Theile so zerstöret werden, daß das Gebäude bey einem künftigen Wetterschlage unbeschützt

schützt gelassen wäre. Dieserwegen gibt er den Rath, daß indem die Stücke, wenn es Kupferplatten seyen, mit doppelten Falzen und durch Vernietung wohl verbinden lasse. Bleyplatten lassen sich schon mit einem einfachen Falze wohl zusammentreiben und mit Nägeln anhalten. Da nun auch kein Rost dazwischen entsteht, so wird auch damit eine Absprengung vermieden.

2) Sey es auch eine besondere Vorsicht, den Ableiter von innern Strecken Metall, Klingeldrähten, eisernen Ofenröhren u. s. f. so viel möglich entfernt anzulegen. Ueberhaupt aber solle man ja die Strecke Metall, welche zur Ableitung dienen soll, lieber zu reichlich, als zu schmal machen.

3) Auch sey es nicht rathsam, den Ableiter nahe an sehr verbrennlichen Dingen, zwischen Heubüscheln u. dergl. herabgehen zu lassen.

4) Endlich sey es auch anzurathen, entzündliche Dinge vom Ende des Ableiters zu entfernen, und dieses Ende nicht zu enge einzuschließen, sondern in genugsam freyen Raume an der Oberfläche des Bodens biegen zu lassen.

So reichhaltig alle bisherige Untersuchungen und Vorschläge der Blitzableiter geworden sind, so scheinen sie mir doch noch nicht alle Vollkommenheit zu besitzen, deren sie fähig sind. Meiner Einsicht nach kommt es hierbey vorzüglich darauf an, daß beym wirklichen Einschlage der Blitz geschwächt werde, noch ehe er den First des Gebäudes erreicht; denn alsdann kann man versichert seyn, daß eine Lateralexplosion Statt finden kann. Alle bisher vorgeschlagene Blitzableiter haben einige Fehler. Es ist bekannt, daß das Wasser ein guter Leiter der Elektricität ist, und daß die stärksten Gewitter gewöhnlich mit dem stärksten Platzregen begleitet sind, folglich mit Grund zu befürchten ist, daß alle Stellen, besonders hervorragende, vom Blitz getroffen werden können. Gesetzt aber auch, es wären alle diese Stellen mit hinreichend breiten und starken Bleystreifen bedeckt, um den Blitz ohne Gefahr zur Erde zu leiten, so sind doch diese bey erfolgenden Feuersbrünsten gefährlich, und folglich keinesweges

weges anzurathen; ja bey einer beträchtlichen Blitzmasse, welche noch ganz ungeschwächt den Leiter trifft, ist doch noch unter gewissen Umständen zu befürchten, daß er von der Leitung seitwärts abweichen und das Gebäude beschädigen könne. Eben dasselbe ist auch bey der Anwendung der Kupferstreifen zu befürchten. Auffangungsstangen mit Spitzen und Kugeln sind viel zu schwach der herabkommenden Blitzmaterie einen hinreichenden Widerstand zu thun. Einer meiner fleißigsten Zuhörer Herr **Nöthlich**, hat mir folgende Ideen zu einem **vollkommenen Blitzableiter** mitgetheilt, die ich für werth halte, hier beyzufügen. A (fig. 15.) ist eine kupferne Kugel mit vier Seitenarmen, die in kleine Kugeln sich endigen, welche nach unten gehende Spitzen enthalten. Diese Kugel ist an ein stark gedörrtes, wohl überpichtes oder mit einer andern harzigen Masse überzogenes und folglich isolirtes Holz befestiget, dessen unteres Ende eine hohle kupferne, im Durchmesser etwas größere Halbkugel B, ebenfalls mit vier niederwärts gehenden Spitzen, an dem äußern Umfange derselben aufnimmt. Durch die Mitte dieser Halbkugel geht wiederum ein Stück gedörrtes Holz nach folgender noch größern hohlen kupfernen Halbkugel C, ebenfalls am Umfange mit vier niederwärts gehenden Spitzen versehen u. s. f. bis zur letztern Halbkugel D, welche größer als alle vorigen B und C, und eben so als die vorigen mit vier Spitzen versehen ist. An der Peripherie sind vier entgegengesetzte Haken e f u. s. w. angebracht, in welche die Ableitungsdrähte gehängt, und so, wie es die fig. vorstellt, nach der Erde geleitet werden. Man sieht leicht, daß bey dieser Einrichtung die Wirkung des Blitzes, noch ehe die elektrische Materie den ableitenden Draht erreichen kann, durchs Ueberschlagen auf die hohlen kupfernen Halbkugeln ungemein geschwächt werde, und daher kein Einschlag ins Gebäude zu besorgen ist. Die ableitenden Drähte sind von Eisen, welche verzinnt seyn können.

Neue Schriften über die Blitzableitungslehre sind folgende:

J. A. H. Reimarus neuere Bemerkungen vom Blitze, dessen Laufbahn, Wirkung, sicheren und bequemen Ableitung aus zuverlässigen Wahrnehmungen von Wetterschlägen dargelegt. Hamburg bey Bohn, 8. 1794. Mit 9 Kupf.

Anzeige der nothwendigsten Rettungsregeln bey nahen Gewittern und der Mittel sich selbst gegen den Blitz zu schützen. 8. geh. Görlitz 1799.

Abbé, Mann, über verschiedene Erfindungen, die Gebäude auf eine sehr einfache und wohlfeile Weise gegen Feuersbrünste zu sichern. Mit Kupf. gr. 8. Frankf. a. M., 1799.

Gilly D., kurze Anleitung auf welche Art Blitzableiter an den Gebäuden anzubringen sind, 2te Auflage. mit illumin. Kupf. gr. 8. Berlin, 1802.

F. C. Gütle theoretische Blitzableitungslehre mit 1 Kupf. gr. 8. Nürnb. 1804.

—— Lehrbuch der prakt. Blitzableitungskunst mit 16 Kupf. gr. 8. Ebendas. 1804.

Blut. (Zus. zur S. 417. Theil. I.) Herr **Tourdes** [α]) zu Straßburg stellte mit dem fibrösen Theile des Blutes einen Versuch an, welcher ihm für einen der streitigsten Punkte der Physiologie, nämlich für die Vitalität des Blutes, entscheidend zu seyn scheint. Setzt man nämlich den fibrösen Theil der Einwirkung einer Volta'schen Säule bey der Temperatur von ungefähr 30° Reaum. aus, so geräth er in Zitterungen, in ein Oscilliren, und in Palpitationen, denen analog, welche das Fleisch eben erst getödteter Thiere zeigt; eine doppelte Bewegung, eine zusammenziehende und eine dilatirende, die sich mittelst einer Loupe wahrnehmen läßt, und welche die charakteristische Eigenschaft der Lebenskraft ausmacht, womit die Muskeln, die Haut und ähnliche Theile begabt sind.

Brechung (des Lichtes.) (Zus. zur S. 447. Th. I.) **Fabroni** [β]) benutzte die unter dem Artikel, **Fernröhre**, anzuführenden Objectivgläser in den sogenannten aplanatischen Fernröhren, um das Brechungsvermögen verschiedener Flüssigkei-

α) Decade philos. an. 10. N. 3. p. 178. Gilbert's Annalen der Physik. B. X. S. 499.

β) Journ. de Phys. par de la Metherie. To. V. p. 215.

sigkeiten zu bestimmen. Die beyden Convexlinsen, zwischen welche die Flüssigkeit gegossen wurde, hatten, ohne solche, eine Brennweite von 79 Linien. Die verminderte sich, als die Flüssigkeit dazwischen gebracht wurde:

bey Weinöhl . .	auf 58,67	Linien
Citronenäther . .	— 59,5	—
Salpeteräther . .	— 60	—
Salzigem Aether . .	— 60	—
Goldauflösung in Aether .	— 60	—
Schwefeläther . .	— 60	—
Essigäther . .	— 60	—
Campherauflösung in Alkohol .	— 60	—
Salzäther . .	— 60,25	—
Alkohol mit Campher und Ammoniak	— 60,25	—
Alkohol mit Sandarak geschwängert	— 60,25	—
Essig- und Benzoeäther .	— 60,5	—
Goldauflösung in Rosmarinöhl .	— 60,5	—
Alkohol und Terpentin .	— 61	—
Alkohol und Mastix . .	— 61,5	—
Thierisches Oehl . .	— 66,5	—
Naphtha . .	— 67	—
Naphtha mit Phosphor .	— 70,5	—
Cajeputöhl . .	— 71	—
Olivenöhl mit Phosphor .	— 71	—
Rosmarinöhl . .	— 71,5	—
Oehl aus süßen Mandeln .	— 71,5	—
Leinöhl . .	— 72	—
Terpentinspiritus und Phosphor	— 72	—
Spicköhl . .	— 72	—
Behenöhl . .	— 72	—
Terpentinspiritus und Mastix	— 72,5	—

Brennbare Materien. (Zus. zur S. 457. Th. I.). Herr **Parrot** *) ward durch seine Entdeckung über die Zerlegung der Kohle (s. den Artikel **Kohle**) auf eine neue Theorie der

*) Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde B. III. S. 439 u. s. w.

der vegetabilischen brennbaren Materien geleitet. Den bisherigen Wasserstoff nennt er Flammstoff, Phlogogen, den ehemahligen Kohlenstoff Azote oder Stickstoff, und den alten Stickstoff Oxykollaste. Nach seiner Vorstellung ist das gemeine reine Wasser ein vollkommenes Phlogogenoxyd. Als unvollkommenes Oxyd befindet es sich in Verbindung mit andern Stoffen, aber unrein. Die Verbindungen des Phlogogenoxydes sind mannigfaltig. Die des vollkommenen Phlogogenoxyds mit bloßem Wärmestoffe ändern in dem Verhältnisse seiner Stoffe nichts. Das Oxyd ist in diesen Verbindungen Eis, Wasser oder Dampf. Daher nennt er diese Formänderungen physisch. Alle übrigen, welche aus der Verbindung mit andern Stoffen entstehen, nennt er chemische Veränderungen.

Die vorzüglichsten Stoffe, zu welchen das Wasser Verwandtschaft äußert, sind einige Erden, Säuren, Alkalien, Azote, Oxygen. Die Folge dieser Verbindungen sind, chemische Formänderung, Aenderung des specifischen Gewichtes, des Verhältnisses der Bestandtheile, der Capacität für Wärme, und des gebundenen Wärmestoffsgehalt, Vermehrung und Verminderung der Entzündlichkeit. Die Erden, Säuren, Alkalien und der Sauerstoff verändern am Wasser wahrscheinlich nur den Gehalt an gebundenen Wärmestoff, und mit ihm die Gestalt, indem die Erden, Säuren, Alkalien dem Wasser die feste Form, das Oxygen aber die beständig elastische gibt. Dagegen bringt das Azote in dem Wasser noch andere Veränderungen hervor, nämlich Modificationen der Verwandtschaft und des quantitativen Verhältnisses seiner Grundstoffe, und erzeugt Oxyde von verschiedenen Graden und Gemische von ungleicher Entzündlichkeit.

Auch mit dem Azote behauptete man bisher nur eine einfache Verbindung desselben mit dem Oxygen, und diese war die Luftsäure. Allein Herr Parrot bemerkt, daß wir in den entzündlichen Körpern unzählige Beweise vom Daseyn des Sauerstoffs, mit dem Azote, ohne Spuren von Luftsäure hätten. Wir müßten daher Azoteoxyde von verschiedenen

Graden

Graden statuiren, wie Phlogogenoxyde. Bey der Bildung des Azotoxydes in den brennbaren Körpern werde immer bemerkt, daß der Körper, in welchem diese Oxydation vorgeht, an Flüssigkeit verliert. Es geht bisweilen zur größten Flüssigkeit. Zugleich nimmt die specifische Schwere fast immer ab, weil die Oxydation meistens mit einem Verlust an Azote verknüpft ist.

Von der Oxydation, Entzündung und Verbrennung stellt Herr **Parrot** folgende Begriffe auf:

Die **Oxydation** eines Stoffs ist dessen Verbindung mit Sauerstoff ohne Lichterzeugung.

Die **Entzündung** einer Substanz ist die Combination derselben mit Oxygen unter Lichterzeugung. In den meisten Substanzen hat dieser Prozeß das Eigenthümliche, daß er sich von selbst fortsetzt, wenn er einige Mahl seinen Anfang genommen hat, und so lange hinlänglicher Sauerstoff zu dessen Disposition vorhanden ist. Das Phlogogen ist der einzige einfache Stoff, dessen Erhitzung Licht erzeugt. Alle übrigen Verbindungen des Oxygens, wo kein Phlogogen gegenwärtig ist, finden ohne Lichterzeugung Statt. Auch zeigen die Phänomene der Lichtsteine offenbar, daß das Licht sich mit ihrer oxydirbaren Basis verbindet, und sich aus ihnen wieder entbindet und nicht aus dem Sauerstoffe. Wir müßten daher annehmen, daß der Lichtstoff, der bey jeder Entzündung frey wird, dem Phlogogen zugehörte. Die geringste sogenannte Glühehitze fange an, ihn frey zu machen. Je größer sie werde, desto größer werde die Menge des auf ein Mahl entwickelten Lichtstoffs, oder die Intensität des Lichtes. Die Intensität ist aber von der Farbe unabhängig.

Die **Entzündlichkeit** ist im umgekehrten Verhältnisse der zur Entzündung nöthigen Sauerstoffmenge

Die **Verbrennung** einer Substanz ist die völlige Zerlegung derselben in ihre Grundstoffe durch den Zutritt des Sauerstoffs unter Lichterscheinungen. Die völlige Zerlegung der Körper durch den Sauerstoff ohne Lichterscheinung, hat noch keinen Nahmen. **Parrot** nennt sie daher Zersetzung

durch

durch Oxygen. In den organischen Substanzen wird dieser Prozeß Fäulniß genennt.

Die Oxydirbarkeit und Zersetzbarkeit durch Oxygen sind im geraden Verhältnisse der Menge des Oxygens, welche zur völligen Oxydation und Zerlegung nöthig ist. Diese Menge ist das einzige bekannte Maß der Leichtigkeit der Oxydation.

Aus dieser Bestimmung der Begriffe von Oxydation und Entzündung folgt, daß diese beyden Prozesse einander nicht gleich sind, sogar, daß Oxydirbarkeit und Entzündbarkeit entgegengesetzt sind. Die Oxydation findet Statt zwischen allen einfachen Stoffen, welche mit dem Oxygen verwandt sind, die Entzündung aber nur da, wo Phlogogen vorhanden ist. Zur Entstehung des Phänomens der Entzündung gehört nicht bloß die Gegenwart des Sauerstoffs und des Phlogogens, wie zu der Oxydation bloß die Gegenwart des Oxygens und der oxydirbaren Basis gehört. Dort ist noch ein Stoff nöthig, welcher den Sauerstoff zersetzt, durch dessen Zersetzung eine hohe Temperatur erzeugt wird, welche das Phlogogen entzündet. Bey der Wassererzeugung **Lavoisier's** ist es der elektrische Stoff; bey dem Leuchten des sich löschenden Kalks, ist es der reine Kalk selbst. Bey der Entzündung aller vegetabilischen brennbaren Substanzen ist es das Azote. Die Entzündung ist also ein doppelter Prozeß, oft ein dreyfacher, nämlich Oxydation des Stoffs, der sich mit dem Oxygen verbindet, und höhere Temperatur erzeugt, Erhitzung des Phlogogens, und durch sie Freywerden des Lichtstoffs, und wenn die entzündete Substanz vegetabilischer Art ist, Oxydation des Phlogogens. Die entzündlichen und verbrennlichen Körper aus dem vegetabilischen Reiche sind also Mischungen von Phlogogen und Azote, beyde entweder rein oder oxydirt. Meistens sind beyde schon oxydirt, aber auch meistens im Zustande eines unvollkommenen Oxyds, weil die Verwandtschaft des Azote zum Oxygen die völlige Oxydation des Phlogogens hindert, und umgekehrt. Die Verwandtschaften sind im Gleichgewichte, weil sie alle gewirkt haben.

Das Azote constituirt daher die Entzündlichkeit des Phlogogenoxyds, und zwar nicht im Verhältnisse seiner vorhandenen Menge, sondern eher im umgekehrten Verhältnisse dieser Menge, von einem gewissen Minimum an gerechnet; dabey folgt das specifische Gewicht dem Gesetze der Entzündlichkeit. Je entzündlicher der Körper ist, desto specifisch leichter. Diesen Satz sucht Parrot durch die Phänomene der Entzündung zu erweisen.

Der Alkohol ist eine Mischung von unvollkommenem Phlogogenoxyd und Azote, wobey sich die Quantität des Azote dem zur größten Entzündlichkeit erforderlichen Minimum nähert.

Der Zucker ist vollkommenes Phlogogenoxyd mit vielem Azotoxyd.

Das ätherische Oehl ist aus unvollkommenem Phlogogenoxyd und mehr Azote, als der Alkohol, zusammengesetzt. Das Azote ist hier etwas oxydirt.

Das fette Oehl hat viel mehr Azote, als das ätherische Oehl, und nicht oxydirtes.

Das empyreumatische Oehl unterscheidet sich vom ätherischen dadurch, daß es viel mehr Azotoxyd enthält.

Das Harz ist eine Mischung aus unvollkommenem Phlogogenoxyd und Azotoxyd. Das Azote ist hier in kleinerer Menge, als im fetten Oehl.

Wachs, Talg, sperma ceti sind fette Oehle, deren Azote schwächer oxydirt ist, Mitteldinge zwischen Oehl und Harz.

Das Holz besteht aus Erden, Phlogogenoxyd und Azotoxyd.

Der Diamant ist aus Azotoxyd und Phlogogenoxyd zusammengesetzt; jedoch ist Herr Parrot jetzt mehr geneigt, daß sich der Diamant dem reinen Azote sehr nähert.

Diese Theorie wendet nun Herr Parrot auf die vorzüglichsten Phänomene, wobey Wasser und Azote die Hauptrolle spielen, an. Dahin gehören die Entzündungen, die trockene Destillation der ätherischen Oehle über Kalk, die Verwandlung der fetten Oehle in Harz, die Verwandlung des Alkohols

kohols in Aether, und die dabey zum Vorschein kommenden Gasarten.

Bey der Entzündung des Alkohols wird durch die von außen angebrachte Wärme die Temperatur des Gemisches und dadurch die Verwandtschaft des Azote zum Oxygen erhöhet. Hier ist zweyerley Sauerstoff: der tropfbarflüssige im Phlogogenoxyd des Alkohols, und der elastischflüssige der atmosphärischen Luft. Da nun die Verbindung des Oxygens mit dem Azote eine Säure, und zwar eine luftförmige liefert, so muß es der atmosphärische Sauerstoff seyn, der diese Verbindungen eingeht. Der andere bleibt mit dem Phlogogen gebunden, wie vorher. Aber die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Azote schafft das Azote als Luftsäure aus der Mischung und erhöht die Temperatur, wodurch das Phlogogen seinen Lichtstoff fahren läßt. Die Flamme ist also glühendes Phlogogenoxyd im elastischen Zustande. Befreyt nun von dem Azote, welches dem Phlogogen den zu seiner vollkommenen Oxydation nöthigen Sauerstoff entzogen hatte, vereinigt dieses vollkommene Oxyd alle Bedingungen zu seiner Oxydation auf Unkosten der atmosphärischen Luft. Es entsteht daher vollkommenes Wasser, und nicht Säure.

Dieser Prozeß stellt demnach eine bloße Entzündung dar, nicht eine Verbrennung, das Wasser wurde nicht zersetzt.

Die Produkte dieser Entzündung sind, Azotsäure und gemeines Wasser. Lavoisier fand, daß die Menge des gewonnenen Wassers aus 100 Pfund Alkohol, an 116 Pfund betrage, und schloß daraus und aus der Menge des nach ihm im Alkohol vorhandenen Azotes auf die Erzeugung einer sehr großen Wassermenge. Allein in dieser ganzen Rechnung, bemerkt Parrot, herrsche ein wichtiger Fehler, den man bey dem so großen und so genau arbeitenden Naturforscher für unmöglich halten sollte. Parrot prüfte daher die Sache mehrmahls, ehe er sie für gewiß und sicher hielt. Er sucht diesen Fehler aus den beyden oxydirbaren Substanzen der Kohle, dem Phlogogen und Azote, zu erklären. Nach seiner Angabe geben 100 Pfund Alkohol nur 31 Pfund Wasser; be-

merkt aber dabey, daß dieß keine wahre Wassererzeugung sey, sondern nur die Vollendung der Oxydation des Phlogogens, eine Vervollkommnung des unvollkommenen Wassers.

Bey der Entzündung der fetten Oehle ist die Menge des Azote viel größer als im Alkohol. Zu dessen Verflüchtigung wird also mehr Oxygen erfordert. Dessen Wasser ist auch an Oxygen ärmer, folglich entzieht dieser Prozeß mehr Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft. Daher die größere Hitze, die dabey entwickelt wird, ob schon die Verflüchtigung des Oehls mehr freye Wärme erfordert, oder mehr von dem aus dem Sauerstoffgas entwickelte bindet als der Alkohol, welche dem elastischen Zustande näher ist, als das fette Oehl. Dieser letzte Umstand sey Schuld, daß das fette Oehl später siedet, und sich nicht so leicht entzündet. Beyde müßten in Dampf verwandelt werden, ehe die Entzündung geschehe. Der Alkohol dünste unter mittlerer Temperatur so stark aus, daß dessen Dunst entzündet werden könne, und die dadurch erzeugte Hitze die Oberfläche bis zur Siedhitze erwärme. Das festere Oehl aber dunste unter gewöhnlicher Temperatur gar nicht oder nur ganz unmerklich aus. Daher müsse entweder die ganze Oehlmasse durch freye äußere Wärme bis zum Kochen erhitzt werden, oder es müßten wenige Theile desselben besonders erhitzt werden, welches durch den Mechanismus der Dochte geschehe.

Uebrigens gehe hier der Prozeß wie mit dem Alkohol vor, mit dem einzigen Unterschiede, daß die gewöhnliche ruhige atmosphärische Luft nicht reich genug an Sauerstoff sey, um alles Azote des Oehls zu zersetzen, und in Luftsäure zu verwandeln. Dieser Mangel werde durch den Luftzug in der Argandischen Lampe ersetzt, wodurch so viel Sauerstoff in den Prozeß komme, daß alles Azote zur Säure werde, und der Ruß nicht Statt finden könne. Der Alkohol nähere sich mehr dem Oehle, wenn es bloß ein aus Korn gezogener und rectificirter Spiritus sey, da er denn mehr Azote enthalte, als der wahre Alkohol, und auch bey seiner Verbrennung Ruß liefere.

Was die Entzündung des Talges und Wachses betreffe, so verbrennten diese gewöhnlich mit weniger Ruß, als die fetten Oehle, weil ihr Docht wegen der Festigkeit dieser Substanzen sich mit Brennmaterial sparsamer anfülle, und also dessen weniger in den Entzündungsprozeß auf ein Mahl bringe als der Docht im Oehle. Sonst würde die Gegenwart des Sauerstoffs die Erzeugung des Rußes begünstigen. Die Temperatur, welche bey dieser Entzündung erzeugt werde, sey kleiner als bey der Oehlentzündung, theils weil jene Substanzen schon Oxygen enthielten, theils weil sie etwas mehr vom elastischen Zustande entfernt seyn, als das fette Oehl, welches mit Hassenfratze's Versuchen vollkommen übereinstimme. Aus diesem Grunde liefre der Alkohol sehr weniges Licht, ob schon er mehr Phlogogen enthalte, als Oehle und Talg. Hingegen sey das Licht der fetten Oehle röther und brauner als das der Kerzen, weil das Azote in der Oehlentzündung minder gut zersetzt werde, und die Flamme beschmutze.

Die Entzündung des Harzes unterscheide sich von der Entzündung des fetten Oehls im Aeußern dadurch, daß sie mehr Rauch erzeuge. Zwar sollte man denken, daß die Gegenwart des Sauerstoffs im Harze die Bildung der Luftsäure befördern, die des Russes verhindern sollte; allein eben diese Gegenwart des festen Sauerstoffes sey Schuld, daß desto weniger atmosphärischer Sauerstoff zersetzt werde, und indem die Verwandtschaft des Azote zu ihm durch den Anfang von Oxydation geschwächt sey, verbinde sich das Oxygen langsamer. Es entstehe also weniger freye Wärme überhaupt, und diese nicht so plötzlich, als zur schnellen Zersetzung und Säuerung des ganzen Azotegehalts erforderlich sey.

Die Entzündung der ätherischen Oehle in Sauerstoffgas liefren wie alle bisherigen, Wasser und gasförmige Azotsäure, und zwar auf eine ähnliche Art.

Die Entzündung der ätherischen Oehle durch Salpetersäure gehe folgender Maßen vor sich. Das Oxygen der Säure verbinde sich mit dem Azotoxyd des Oehls, zu welchem es

eine größere Verwandtschaft habe. Da es aber tropfbares Oxygen sey, so entstehe keine Säure, sondern ein vollkommneres Azotoxyd, welches mit dem Phlogogenoxyd des Oehls Harz bilde. Durch die Formänderung des Oxygens, Azotoxyds und Phlogogenoxyds entstehe freye Wärme, welche die unvollkommen gewordene Säure in elastischer Form entlasse. Zugleich verdampfe auch ein Theil des ohnehin zur Flüssigkeit geneigten Oehls und entzünde sich unter dem Einflusse dieser hohen Temperatur, wie jedes andere Oehl, an der atmosphärischen Luft. Es sey also nicht der Sauerstoff der Säure, sondern der Atmosphäre, welcher die Entzündung hervorbringe. Fette Oehle entzünden sich deßwegen nicht, weil die erzeugte Temperatur nicht fähig sey, diese zähen Oehle ins Kochen zu bringen.

Entzündung und Verbrennung des Holzes. Das Holz, nachdem es die Temperatur der Siedhitze des Wassers erhalten, und demnach alle in ihm vorhandenen luftförmigen Stoffe, und das gemeine concrete Wasser verloren habe, bestehe aus Erde, Azotoxyd und Phlogogenoxyd. Es verdanke seine Festigkeit theils der Oxydation seines Azots theils aber und vorzüglich auch der Verwandtschaft der Erden zum Phlogogenoxyd. Werde nun die Temperatur eines Stück Holz in atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas erhöhet, so verbinde sich der Sauerstoff der Atmosphäre mit dem Azote, erzeuge luftförmige Säure und freye Wärme. Ein Theil dieser Temperatur werde auf Versetzung des Phlogogenoxydes in den tropfbarflüssigen Zustand verwendet; und von nun an sey dieser Prozeß der Entzündung des Harzes oder der Kerzen ähnlich; folglich nur eine Entzündung. Beyde unterschieden sich nur dadurch von einander, daß jener Prozeß eine weniger leuchtende und weniger heiße Flamme liefre, als dieser, welches durch die Erfahrung bestätiget werde, indem es bekannt sey, daß die Entzündung des Wachses, Talges u. s. w. mehr Licht und Wärme liefre, als die Holzentzündung.

Die Verkohlung des Holzes sey eine wahre Verbrennung. Verschlösse man ein Stück Holz in ein starkes Gefäß,

Gefäß, welches durch das Holz ganz angefüllt sey, so daß keine atmosphärische Luft darin bleibe, und erhitze das Gefäß, so müsse sich der Sauerstoff des Phlogogenoxyds mit dem Azotoxyd verbinden, und mit diesem ein vollkommneres Azotoxyd erzeugen. Das Phlogogenoxyd müsse beynahe ganz desoxydirt werden. Da hier die Bedingungen zur Entstehung der Säuren nicht Statt fänden, so entstünden keine Säuren, und das Aggregat, welches als Kohle zum Vorschein kommen werde, habe nichts am Gewicht verloren. Dieses sey die vollkommene Kohle. Sie habe die nämlichen Bestandtheile, wie das Holz, aber in andern Verbindungen.

Enthalte das Gefäß atmosphärische Luft, und sey dessen Mündung mit einer Vorlage und einem Gasapparate verbunden, um die verflüchtigten Stoffe aufzunehmen, so bemerke man nach Abtreibung des concreten Wassers folgende Erscheinungen. Der Sauerstoff des Phlogogenoxyds tritt wie vorher zu dem Azotoxyd über. Aber die Gegenwart der atmosphärischen Luft erzeugt einen Umstand, der die Entstehung der Säuren bewirkt. Es bildet sich also die Luftsäure, und dieser Prozeß desoxydirt das Azotoxyd. Ein Theil des desoxydirten Phlogogens verbindet sich mit Azote und Wärmestoff, und geht als eine Mischung von Azote und Phlogogen in Gasgestalt über. Da aber die Desoxydation des Phlogogens nicht ganz vollkommen, noch auf ein Mahl vor sich geht, so erhält ein Theil Azotoxyd Gelegenheit, sich mit etwas Phlogogenoxyd zu verbinden, und ein empyrevmatisches Oehl zu bilden. Wahrscheinlich bleibe ein kleiner Theil Oxygen im luftförmigen Gemische von Azote und Phlogogen, welcher zu ihrer Erhebung in Gasgestalt nöthig sey. Allein diese Quantität müsse so geringe seyn, daß sie als nicht vorhanden angesehen werden könne. Die Pflanzensäure, welche dabey zum Vorschein komme, könne Produkt oder Edukt seyn. Das erstere lasse sich wenigstens sehr gut erklären. Dieser Prozeß entziehe demnach allen Sauerstoff aus der Mischung, so viel Azote, als zur Bildung der Luftsäure erforderlich sey, etwas Phlogogen und Azote als azothalti-

haltiges Phlogogengas, und vielleicht noch etwas Azote zur Holzsäure. Der Rückstand, die Kohle, sey also eine Mischung aus Erde, festem Phlogogen und festem Azote.

Geschehe die Verkohlung in Meilern, so trete etwas atmosphärischer Sauerstoff in den Prozeß, welches nöthig sey, um die nöthige Temperatur zu erzeugen. Dadurch werde nicht nur so viel Azote entzogen, als zur Fortschaffung des im Holze enthaltenen Oxygens erforderlich sey, oder, wie man bis jetzt gesagt habe, Wasser erzeugt. Mithin müsse die aus diesem Prozeß entstandene Kohle eine merkliche geringe Menge Azote und etwas weniger Phlogogen, als das vorige, enthalten.

Es seyen also dreyerley Kohlen denkbar; die erste, welche ihren Sauerstoff noch enthalte, und nach Verhältniß ihres Gewichts die wenigste Hitze gebe, weil das Azote schon stark oxydirt sey. Die zweyte Gattung, welche nur etwa so viel Azote verloren habe, als zur Fortschaffung des Oxygens des Holzes und zur Bildung der wenigen Gasarten nöthig war, sey vermögend eine verhältnißmäßig sehr große Menge atmosphärischer Luft zu zersetzen, sey also zum technischen Gebrauch vortrefflich. Die dritte Gattung, welche mehr Azote verloren habe, könne nach Verhältniß ihres Gewichtes und Volumens weniger Sauerstoffgas zersetzen, sey also für den technischen Gebrauch minder gut, und um so schlechter, je größer der Zutritt an atmosphärischer Luft gewesen.

In dem Zucker sey das Azote schon sehr stark oxydirt, vielleicht so stark als möglich. Demnach könne bey der Entzündung desselben das Azote nur noch wenig Oxygengas zur Bildung der Luftsäure zersetzen. Daher die wenige Hitze, welche dabey erzeugt wird; daher die große Menge des rückständigen Zuckers, welcher durch die Entstehung der wenigen Säure nur unvollkommen desoxydiret wird; daher die Beendigung des Prozesses, so bald die äußere Temperaturerhöhung aufhört.

Was die trockene Destillation des Zuckers betrifft, so erhielt Cruickshank aus 16 Theilen Zucker 7 Theile einer scharfen

scharfen und sauren Flüssigkeit, 7 Theile kohligen Rückstand, 2 Theile Gas an Azotsäure und azothaltiges Azotgas. Die angewandte Hitze versetze zuerst das in fester Gestalt sich befindliche vollkommene Phlogogenoxyd in die tropfbare und dann in die dampfförmige, in welcher es übergehe. Eben diese hohe Temperatur erhöhe die Verwandtschaft des Azote zum Oxygen und zersetze etwas von diesem Phlogogenoxyd. Die Gegenwart der atmosphärischen Luft in der Retorte mache die Entstehung der Säuren möglich. Es bilde sich also Pflanzensäure und Luftsäure. Durch die Entstehung dieser Säuren werde der vorhandene Sauerstoff des Azotoxydes entzogen, fortgeschafft und das Azote frey gelassen, wovon ein kleiner Theil elastisch werde. Die übergetriebenen Substanzen seyn demnach Wasser, Pflanzensäure, Luftsäure, Phlogogengas, Azotgas, empyrevmatisches Oehl. Der Rückstand müsse also Azote seyn, und zwar im festen Zustande, weil es an Oxygen fehle, um ihn in Gas zu verwandeln.

Die Destillation der ätherischen Oehle über frisch gebrannten Kalk liefert bey mehrmahliger Wiederhohlung eine beträchtliche Menge Wasser. Die Erscheinung desselben wurde bis jetzt der Verbindung des Oxygengas der Luft in den Gefäßen zugeschrieben. Allein, bemerkt Herr Parrot, man bedenke, wie wenig Oxygengas eine Retorte von mittlerer Größe bey dieser hohen Temperatur enthalten mag, und urtheile, ob diese Menge hinreichend wäre, so viel Wasser zu erzeugen. Genauere Versuche, wobey alle Substanzen abgewogen würden, würden die Unmöglichkeit deutlich zeigen. Bey Parrot's Theorie hat man keine Wassererzeugung nöthig, sondern nur eine vollkommenere Oxydation des Phlogogenoxyds des Oehls vorauszusetzen. Das Geschäft des Kalks in diesem Prozesse sey die Verschluckung des Azotoxyds, zu welchem er eine große Verwandtschaft besitze, und zwar geschehe diese Verschluckung vor der Erhitzung. Diese verflüchtige nur das Phlogogenoxyd und belade es durch die Berührung der atmosphärischen Luft der Retorte mit mehrerem

Oxygen, wodurch es zu vollkommenen Wasser oxydirt werde. Der Rückstand sey azotoxydhaltiger Kalk.

Bey der Verwandlung der fetten Oehle in Harz durch concentrirte Säuren verbinde sich ein Theil des Oxygens der Säure mit dem Azote des Oehls, oxydire selbiges beträchtlich, und ändere dadurch die Form des Gemisches. Durch diese Verbindung und Formänderung entstehe eine hohe Temperatur, welche der vollkommenen Säure es möglich macht, sich zu verflüchtigen. Ist atmosphärische Luft vorhanden, so entstehe aus der Verbindung ihres Sauerstoffs mit Azote, Luftsäure.

Das Hinzutreten einer nahmhaften Portion Sauerstoffs in der Mischung des fetten Oehls erkläre die Verwandtschaft des Harzes zum Alkohol, zu den fetten Oehle, und sogar zu den ätherischen Oehlen. Das Oxygen des Azotoxyds des Harzes treffe im Alkohol und fetten Oehle freyes Azote und im ätherischen Oehle ein sehr unvollkommenes Azotoxyd an, und verbinde sich also mit ihm, um aus diesen verschiedenen Substanzen ein homogenes Azotoxyd zu erzeugen. Firnisse seyn Mitteldinge zwischen Oehlen und Harzen. Die Verbindung des Harzes mit fetten Oehlen geschehe nur unter höhern Temperaturen, wahrscheinlich weil das Azote in diesen Oehlen mit dem Phlogogenoxyd am stärksten und innigsten gebunden sey.

Was die Theorie der Aethererzeugung und der dabey vorkommenden Phänomene betrifft, so hat sie bis jetzt große Schwierigkeit. Die holländischen Chemiker haben eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand angestellt, welche in Gilbert's Annalen B. II. S. 201. u. s. w. aufgezählet sind. Nach Herrn Parrot ist Alkohol unvollkommenes Phlogogenoxyd und Azote. Bey der Vermischung mit conzentrirter Säure verbinde sich ein Theil Oxygen aus der Säure mit dem Azote des Alkohols. Es erfolge eine beträchtliche Temperaturerhöhung und Verwandlung der vollkommenen Säure in unvollkommene. Außerdem falle noch Folgendes vor: das Gemenge bekomme eine roth- oder grün-braune Farbe,

nachdem

nachdem man diese oder jene Säure gebraucht habe; d. h. es bilde das Azote mit dem Sauerstoff der Säure Farbestoff. Es entstehe keine Säure, auch kein vollkommenes Phlogogenoxyd wegen der hohen Temperatur, sondern Azotoxyd, welches sich mit dem größten Theile des Phlogogenoxyds verbindet, um Aether zu erzeugen. Ein beträchtlicher Theil des Azote des Alkohols bleibe als Rückstand mit etwas Phlogogenoxyd, nachdem der Aether abgedampft worden sey.

Der Aether sey also Phlogogenoxyd und Azotoxyd. Er enthalte weniger Azote, als der Alkohol, daher seine größere Feuchtigkeit. Er enthalte Sauerstoff im Azote; daher seine geringere Flüssigkeit, als die des Alkohols. Vermöge dieses geringern Gehalts an Azote, und größern Gehalts an Oxygen als im Alkohol, müsse der Aether mit weißerm aber minderm Lichte brennen, als der Alkohol, und etwas Ruß liefern. Der Aether sey demnach ein flüssiger Zucker, dessen Phlogogen- und Azotoxyd an Sauerstoff ärmer sind, als im eigentlichen Zucker. Daher dessen süße Eigenschaften in Vergleichung mit dem Alkohol.

Erhitze man den Rückstand, welcher nur aus Phlogogenoxyd und Azote bestehe, so entstehe keine Luftsäure, sondern eine entzündliche Gasart, welche die holländischen Chemiker kohlenstoffhaltiges öhliges Wasserstoff, auch öhlerzeugendes Gas nennten. Die Zerlegung dieser Gasart habe gezeigt, daß sie mehr Azote enthalte, als der Alkohol, ein direkter Beweis, daß der Aether dessen weniger enthalten müsse. Dieses neue Produkt der Kunst sey gasförmiges Phlogogenoxyd und Azote d. h. ein fettes Oehl in Gasform; und schließe die Kette der zusammengesetzten entzündlichen Substanzen, indem es zu dem Diamante, Holze, Zucker, Harze, Wachs, Talg, fettem Oehle, ätherischem Oehle, Alkohol, Aether und endlich eine den vorigen ähnliche entzündliche Mischung in Gasgestalt liefere. Diese Gasart vermische sich nicht mit Wasser, brenne wie ein Oehl, liefere bey unvollkommenen Entzündungen Ruß, habe die Bestandtheile der fetten Oehle; was fehle ihm denn, um ein fettes Oehl

Oehl zu seyn? Die einzige Anomalie sey dessen Gleichgültigkeit gegen die Alkalien, und dieser könne seine Gasgestalt zugeschrieben werden.

Werde dieses Oehl mit Sauerstoff, mittelst oxygenirter Salzsäure, versetzt, so könne doch keine Säure entstehen; aber das Gemisch müsse an Flüssigkeit verlieren. Es entstehe eine tropfbare schmierige Fettigkeit. Die große Menge des hinzukommenden Oxygens mache es nicht wahrscheinlich, daß diese Flüssigkeit Oehl sey, so wie auch ihre leichte Auflösung im Wasser. Zwar verbinden sich ätherische Oehle mit Wasser, aber nur schwer, wegen ihres sehr geringen Sauerstoffgehalts im Azotoxyd. Wollte man also diese Substanz ein Oehl nennen, so wäre es ein ätherisches, und man müsse erst untersuchen, ob sie auch so leicht flüchtig sey, als die ätherischen Oehle. Parrot hält sie für ein Mittelding zwischen Zucker und Oehl. Ihre Entzündung müsse es völlig entscheiden, zu welcher Gattung sie gehöre. Sey sie flüchtig, brenne sie mit merklicher und beträchtlicher Flamme, so sey es ein ätherisches Oehl. Brenne sie aber kaum, mit beynahe unmerklicher Flamme, so sey es ein Zucker.

Die Bildung des gasförmigen Oehls aus dem Schwefeläther müsse einen äußerst vollkommenen Aether vorher erzeugen. Uebrigens werde es hier wie bey der Verwandlung des Alkohols in Aether zugehen.

Es erkläre sich aber die Bildung des gasförmigen Oehls durch das Glühen des Alkohols mit Thon nicht so leicht. Da die Versuche so angestellt wurden, daß der Zutritt vom äußern Sauerstoff unmöglich war, so müsse ein Theil des unvollkommenen Phlogogenoxyds vom Thon verschluckt worden seyn, um das Verhältniß der Bestandtheile eines fetten Oehls hervorzubringen. Wie aber dieses Verschlucken in der Glühehitze habe geschehen können, begreife er nicht leicht, und doch müsse es geschehen seyn; denn das gasförmige Oehl enthalte weniger Phlogogenoxyd, als der Alkohol. Daß diese Zersetzung des Alkohols durch glühenden Kalk und Alkalien nicht geschah, sey in der Regel. Sollte vielleicht, frägt

er,

er, der Thon nicht eine weit stärkere Glühehitze erfordern, als der Kalk, um seine Verwandtschaft zum Phlogogenoxyd zu verlieren?

Daß durch das Glühen des Alkohols und des Aethers diese zwey Flüssigkeiten in den permanent elastischen Zustand versetzt werden, sey aus der allgemeinen chemischen Theorie erklärbar. Indeß wäre dieß seltene Phänomen einer weitern Betrachtung würdig, und es wäre zu wünschen, daß neue Beobachtungen desselben Resultate lieferten, welche die Bedingungen, unter welchen die Verwandlung der tropfbaren Flüssigkeiten in beständig elastische durch den bloßen Wärmestoff geschehe, bestimmten.

Sehr auffallend sey es, daß die so erzeugten Gasarten sich durch einen verschiedenen Gehalt an Azote unterschieden, und daß gerade die aus dem Alkohol entwickelte dessen weniger enthalte, als die aus dem Aether, da doch der tropfbare Alkohol mehr Azote enthalte, als der tropfbare Aether. Die Ursache zu diesem scheinbaren Widerspruch liege in der Bereitungsart. Beyde Gasarten seyn im pnevmatischen Wasserapparate aufgefangen worden, und das Phänomen sey also entstanden. Das reine Azote habe viel mehr Verwandtschaft zum Wasser, als das Azotoxyd. Kam also Alkohol- und Aethergas durch Wasser, so mußte jenes mehr Azote abgeben, als dieses Azotoxyd, und so wurde der angezeigte Unterschied an Azotgehalt bewirkt. Hiervon hat sich Parrot durch einen direkten Versuch überzeugt. Er nahm nämlich von Alkohol und Aether zwey gleiche Portionen, goß zu jeder eine gleiche Wassermenge, Alles nach Gewicht, und beobachtete mit einem Quecksilberthermometer, dessen Kugel nur nur $2\frac{1}{2}'''$ Durchmesser hatte, die Temperaturänderung. In der Mischung von Alkohol und Wasser stieg das Thermometer um 4,9 Grade der 80 theiligen Skale, in der Mischung von Wasser und Aether stieg es nur um 2°. Eine ähnliche Mischung von Rohzucker und Wasser brachte nicht nur keine Temperaturerhöhung zu Stande, sondern verhielt sich überhaupt wie eine gewöhnliche Salzauflösung. Das Thermometer

mometer sank um 0,6°. Da nun die Temperatur-Aenderung als ein Maß der augenblicklichen Mischung, also auch der Verwandtschaft angesehen werden kann, so müsse aus diesem Versuche der Schluß gezogen werden, daß das reine Azote etwa $2\frac{1}{2}$ Mahl so viel Verwandtschaft zum Wasser habe, als das Azotoxyd des Aethers.

Indeß bleibe es jetzt noch ziemlich unerklärbar, warum das Azote in den festen Oehlen diese Verwandtschaft ganz verliere. Der Umstand, daß die ätherischen Oehle, welche den Uebergang zwischen den fetten Oehlen und dem Alkohol ausmachen, diese Verwandtschaft besitzen, ob schon ihr Azote etwas oxydirt sey, scheine anzuzeigen, daß diese Verwandtschaft des Azotes in den brennbaren Substanzen das Resultat gewisser quantitativen Verhältnisse des Azote zum Phlogogenoxyd sey, wodurch das fette Oehl gerade gleich viel gebundenen Wärmestoff erhalte als das Wasser.

Brennstoff. (Zus. zur S. 496. Th. I.). Ueber das Daseyn oder nicht Daseyn des Brennstoffs ist bisher beständig gestritten worden. Die meisten Anhänger des neuern Systems haben die Existenz desselben geläugnet; nur einige wenige, welche ebenfalls die Hauptsätze dieses Systems mit Recht annahmen, haben das Gegentheil behauptet. Unter den letzten befindet sich vorzüglich der so bekannte ehrwürdige D. Priestley, welcher selbst zur Begründung des neuern Systems so viel beygetragen hat, und noch vor seinem Tode die Existenz des Phlogistons, und die Einfachheit des Wassers in seiner letzten Schrift *) vertheidigte. Schon seit einigen Jahren hatte Priestley in der Absicht, den Streit zu entscheiden, viele Versuche angestellt, deren Erfolg ihm das verabschiedete System zu begünstigen schien. Er bemerkt, daß er selbst ein Mahl der angeblichen Zersetzung des Wassers das Wort geredet, sich aber durch spätere Versuche eines andern belehret habe, und könne daher nicht beschuldiget werden, daß er

*) The doctrine of phlogiston established, and that of the composition of water refuted. Northumberland. 1800. 8.

er hartnäckig an einer Meinung hange. Aus seinen Bemühungen und Versuchen glaubte er Folgendes behaupten zu können.

1) Die Metalle seyn zusammengesetzt. Der einfachste Versuch gegen das neuere System sey die Auflösung des Eisens in Schwefel- und Kochsalzsäure; komme das dabey aufsteigende entzündbare Gas vom Wasser, so müsse man ungefähr sechs Mahl so viel, als von diesem, an Lebensluft finden, da nach dem berechneten Verhältnisse beyder zu einander, diese das Wasser ausmachen; er könne sie aber nicht finden, nicht in der Säure, denn sie erfordere nach der Versicherung seiner Gegner zu ihrer Sättigung nicht mehr Laugensalz als zuvor, aber auch nicht im Eisen, denn dieses gebe, wenn es aus der Säure gefällt sey, in der Glühehitze lange nicht so viel Lebensluft, als die gleiche Menge reiner Säure, und keine mehr, so bald es schwarz sey, wo es denn doch dem Hammerschlag näher komme, so wie es auch alsdann, selbst in der stärksten Hitze im Gewicht weder zu- noch abnehme; überhaupt, wenn das Eisen die starke Anziehung zum Oxygen habe, warum es dasselbe nicht eben so wohl der Säure, als dem Wasser entziehe, und wenn die Säure das Eisen nicht auflöse, als nachdem es oxydirt sey, warum es den Hammerschlag, der schon oxydirt seyn soll, schwerer auflöse, als Eisen; wenn ein Metall, das gefällt wird, nicht so viel Phlogiston erfordert, als ein anderes, das sich an dessen Stelle auflöset, so lasse sich leicht begreifen, warum bey dieser Fällung entzündbares Gas aufsteige. Aus seinen Versuchen folge, daß Salpetersäure aus Lebensluft und Salpetergas bestehe; zeige sich daher bey einem Versuche mit Hülfe des Salpetergas Stickgas, so müsse ein wesentlicher Bestandtheil zu diesem aus einer andern Quelle kommen, und Alles was man sagen könne, sey das, daß Salpetergas einen Theil davon ausmache; so zeige sich z. B. Stickgas, wenn man Eisen in Salpetergas glühe; es müsse also aus dem Eisen etwas dazu kommen, dieses könne demnach, und mithin auch andere Metalle, nicht einfach seyn.

2) Eisen,

2) Eisen, durch welches, so lange es glühte, Wasserdämpfe gegangen sind, zeige nichts, was als Säure oder als Lebensluft daraus dargestellt werden könnte; zu sagen, es bilde Wasser, wenn man es in entzündbarem Gas glühe, und dieses könne nicht ohne Oxygen gebildet werden, setze etwas voraus, was erst erwiesen werden müsse; auch werde Kochsalzsäure vom Hammerschlag nicht übergesäuert. Das müsse aber bey der starken Anziehung dieser Säure zum Oxygen und der Flüchtigkeit dieses durchaus geschehen, wenn der Hammerschlag so viel Oxygen in sich hätte; denn wenn der ganze Zuwachs, den das Eisen bey jenem Versuche an Gewicht erhalte, bloß auf die Rechnung des Oxygens komme, so könne davon nicht wenig, also weit mehr, als im Massikot, seyn. Wenn bey dem Brennen des Eisens in Lebensluft diese verschwinde, so hänge sich nun ihr Wasser an das Eisen, und ihr anderer minder wägbarer Bestandtheil bilde kohlensaures Gas, das man bey diesem Versuche immer finde; auch im eigentlichen Hammerschlag hänge in diesem Zustande nur wenig daran; freylich übersäuren auch rother Präcipitat, Zinkblumen, Massikot, schwarzer Bley- und Quecksilberkalk, die im Feuer genug Lebensluft geben, die Kochsalzsäure nicht; aber alle diese halten nicht so viel, als jener Eisenkalk, wenn seine ganze Zunahme an Gewicht von Oxygen kommt. Rother Präcipitat gibt auch, wenn man den Brennpunkt eines Brennglases auf seine mit Kochsalzsäure gemachte Auflösung richtet, Lebensluft, jener Eisenkalk unter gleichen Umständen nicht; vielmehr schluckt er aus dem Luftkreise, in welchem der Versuch angestellt wird, Lebensluft ein; da er also, so wohl in seiner Auflösung als außerdem auf die gemeine Luft eben so wirke, wie Eisen, noch eben so vom Magnet gezogen werde, so müsse er den gleichen Grundstoff enthalten, auch zeige sich, wenn man in freyer Luft geschmolzenes oder mit Braunstein geglühetes Eisen in entzündbarem Gas wiederherstelle, kein kohlensaures Gas, wie es doch seyn müßte, wenn das Eisen bey jenem Schmelzen Lebensluft eingesogen hätte. Daraus, daß der rothe Quecksil-

Quecksilberkalk sein vermehrtes Gewicht der Lebensluft zu verdanken habe, lasse sich nicht schließen, daß dieß der Fall bey allen sey; die Kalke einiger Metalle, und sogar die Kalke ein und ebendesselben Metalls, weichen darin sehr von einander ab; wenn das Eisen zu Hammerschlag werde, der in bloßer Hitze nichts fahren lasse, so nehme ein Loth um 100, wenn es roste, wo es dann aus 1277 Granen 45 Cubikzolle meist kohlensaures Gas gebe, nur um 15 bis 20 Grane zu. Wenn rother Quecksilberkalk in brennbarem Gas zu laufenden Quecksilber werde, so erhalte man kaum so viel Wasser, als die Grundlage des entzündbaren Gas ausmache, das in dem Kalk zufällig gesteckt haben könne, da hingegen Hammerschlag unter gleichen Umständen eine Menge Wasser gebe, weit mehr, als sich, wenn zu seiner Bildung 15 Theile brennbares Gas gegen 85 Lebensluft erfordert wurden, je zeigen könnten; Hammerschlag könne Jahre lang und Menschenalter hindurch an der Luft liegen, ohne zu rosten.

3) Hammerschlag zuvor wohl ausgeglühet, gebe mit ganz trockener in einem fest zugedeckten Tiegel wohl ausgeglühter, und noch ganz heiß vermengter, und in den Flintenlauf gebrachter Holzkohle in heftiger Hitze brennbares Gas; käme das Gas von dem in der Kohle befindlichen Wasser, so hätte dieses in der vorangegangenen Glühehitze ganz zerstreuet werden müssen; aber auch, daß sie brennbares Gas gab, darzu war Wasser nöthig, wie denn kohlensaure Schwererde kohlensaures Gas geben soll, und dieses Wasser gab der Hammerschlag.

4) Wenn Wasserdampf über glühenden Zink geleitet werde, erhalte man zwar auch entzündbares Gas, aber dieser keinen Zuwachs am Gewicht, es könne also hier kein Wasser zersetzt seyn; aber auch der so erhaltene Zinkkalk zeige keine Spur von Oxygen, und vermindre vielmehr, wenn er darin geglühet werde, die Luft; wirklich habe er aus 2 Loth glühenden Zinks, über welche er in einer glühenden Röhre Wasserdampf streichen ließ, 300 Cubikzolle entzündbares Gas erhalten, und den Zink, der sich dabey größten

Theils in ein dunkles, halbdurchsichtiges Glas verwandelt habe, unverändert in seinem Gewichte gefunden; doch hätte er, wenn so viel Wasser zersetzt worden wäre, daß 300 Cubikzolle entzündbares Gas erfolgen konnten, und nach dem angenommenen Verhältniß, ungefähr um 100 Grane müssen zugenommen haben. Auch wenn er auf Zink unter einem mit Wasser gesperrten und mit gemeiner Luft gefüllten Glase den Brennpunkt eines Brennglases richtete, so zeigten sich anfangs mit sichtbarer Abnahme der Luft Zinkblumen, bey anhaltender Wirkung aber mit deutlicher Zunahme der Luft, welche nur von dem aufsteigenden entzündbaren Gas kommen konnte, ein schwarzer Staub, welcher sich in eingeschlossener gemeiner Luft, die er verminderte und verdarb, weiß brannte; es habe sich also weder in diesem, noch im unzersetzt zurück gebliebenen Wasser Oxygen gefunden, denn dieses sey weder sauer gewesen, noch habe es andere Luft gegeben, als vor dem Versuche. Zink durch ätzendes flüchtiges Laugensalz gefällt, vermehrte, wenn er darin erhitzt wurde, sie mochte feucht oder trocken seyn, $6\frac{1}{2}$ Cubikzoll gemeiner Luft bis acht, von welchen $\frac{1}{2}$ kohlensaures, $7\frac{1}{2}$ beynahe bloßes Stickgas waren. Auch Wasser, worin Zinkfeile gelegen, und woraus entzündbares Gas aufgestiegen ist, gebe in der Hitze schlechtere Luft als die gemeine; größten Theils vom Wasser erlangen die Metalle beym Verkalken den großen Zuwachs am Gewicht, das Oxygen hänge sich dabey an andere Körper; denn wenn er Eisen, Zink, Bley, Zinn, Kupfer, Wismuth oder Spiesglanz mit einem Brennglase über Kalkwasser verkalke, werde dieses trübe, indem sich dabey nämlich die Lebensluft mit der Grundlage des entzündbaren Gas zu kohlensauren verbinde, wenn man den Versuch über Quecksilber anstelle. Doch könne, wie z. B. im Massikot, das Oxygen mit dem Metalle so verbunden seyn, daß es sich entweder wegen seiner geringen Menge, oder wegen seiner Verbindung mit dem Brennstoff des Metalls weder als Säure, noch als Lebensluft daraus darstellen lasse.

5) Warum

5) Warum, fragt Priestley, erhält man, wenn Schwefelsäure nichts anders als Schwefel mit Lebensluft ist, oder seiner Grundlage verbunden, keinen Schwefel, wenn man jener Säure durch Hitze ihre Lebensluft nimmt, oder wenn man schwefelsaures Gas durch eine glühende irdene Röhre treibt, wohl aber, wenn man sie bis zur Trockne in entzündbarem Gas erhitzt, welches dabey eben so, als wenn der Versuch mit Phosphorsäure angestellt wird, verschwindet? Entzündbares Gas, das er über farbefreyer vollkommener Salpetersäure stehen ließ, wurde zum Theil davon verschluckt, und theilte ihr bald Farbe mit.

6) Mineralisches Turbith habe er durch keine Hitze je wieder ganz zu laufenden Quecksilber machen können, selbst im Brennpunkte eines Glases von 16 Zollen im Durchmesser, der doch gewiß mehr Hitze gebe, als irgend ein Ofen, nicht, wohl aber, wenn es in dieser Hitze zu gelblichem Glase geworden sey, in brennbarem Gas, welches davon eingeschluckt werde, zu schwarzem Kalke mit Quecksilberkügelchen; seine Grundlage komme also zum Quecksilber, folglich auch zu andern Metallen. Auch rother Präcipitat, auf welchen unter einem mit Wasser gesperrten Glase der Brennpunkt einer Glaslinse gerichtet war, ließ von 121 Cubikzollen entzündbarem Gas nur 95 zurück, hatte also, da über 7 Zoll Lebensluft aus ihm ausgetreten, und noch mit dem übriggebliebenen brennbaren Gas vermengt, nie zu Wasser vereiniget waren, von diesem über 33 Zoll verschluckt, und war zu laufenden Quecksilber geworden; diesen Versuch habe er oft wiederhohlt, und einige Mahl, zum Beweis, daß beyde luftförmige Stoffe nicht immer, auch in der Hitze, Wasser bilden, Knallluft bekommen, welche die Gefäße zerschmetterte; sey nun das durch Einschlucken von entzündbarem Gas wiederhergestellte Quecksilber demjenigen durch bloße Hitze in verschlossenen Gefäßen wiederhergestellten gleich, so müsse dieses auch die gleichen Bestandtheile haben, also auch Phlogiston, das aus den Kohlen durch das Glas eindringe so gut, als sich dieses von Wärme und Licht gar nicht läugnen lasse.

Auch Silber, Gold und Platina nahmen ihren vollen Metallglanz wieder an, wenn man ihre bis zur Trockne abgerauchten Auflösungen im entzündbaren Gas erhitzte, von welchem sie eine große Menge eingeschluckt hatten; sie müssen also, wenn sie auch bey bloßer noch nicht glühender Hitze in verschlossenen Gefäßen ihren Metallglanz erlangt haben, durch die Gefäße hindurch einen ähnlichen Stoff eingesogen haben. Entzündbares und Salpetergas halten nach Priestley's Berechnung beynahe gleich viel Phlogiston; denn 20 Grane Eisen gaben mit Salpetersäure 16 Cubikzoll von diesem, und 120 Grane Eisen 96 von jenem. Platina und Gold halten beynahe gleich viel Phlogiston, und etwas über halb so viel als Eisen, mehr als Bley, und weniger als Wismuth und Quecksilber. Daß etwas durchs Glas dringen könne, zeigen mehrere mit Licht und Wärme angestellte Beobachtungen; Mennige und rother Präcipitat nehmen, wenn man sie in einer Glasröhre erhitzt, die Röthe von dem Blut in den Blutadern an, verlieren sie aber wieder, so bald sie erkalten.

7) Die Grundlage des entzündbaren Gas heiße mit Recht Hydrogen, weil sie keinen andern Ursprung habe, als Wasser; um zu beweisen, daß das, was sich bey dem Durchstreichen von Wasserdämpfen durch glühendes Eisen, an dieses setzt, Oxygen sey, müßte man es als Lebensluft, oder in einer andern Substanz, worin sie zugestanden werde, dargestellt haben. Eisen, das wirklich Luft eingeschluckt habe, sehe ganz anders aus, und verhalte sich auch sonst ganz anders; und weder dieser noch ein anderer Eisenkalk werde, ohne im entzündbaren Gas erhitzt zu werden, wieder zu Eisen; auch erhalte man mit Wasserdampf kein entzündbares Gas, wenn nicht Körper, welche Phlogiston halten, ins Spiel kommen; halte das Wasser schon Lebensluft und entzündbares Gas in sich, und fehle es ihm nur an Wärmestoff, so müßten sie sich schon im Wasserdampf als solche zeigen; das Wasser, welches man erhalte, wenn man jenes vom Wasserdampf bestrichene Eisen im entzündbaren Gas erhitzt, habe im Eisen gesteckt, das erst, so wie das Phlogiston aus diesem eindrang, ausgetreten

getreten sey. Nur ein Mahl habe man bey langsamen Verbrennen des entzündbaren Gas in Lebensluft, Wasser ohne Säure erhalten; aber die Geräthschaft lasse nicht so viele Genauigkeit zu, als die Folgerung erfordere; man müsse dabey zu viel zugeben und abnehmen; es haben sich dabey wenigstens 51 Cubikzolle Stickgas erst gebildet; werde dieses und entzündbares zugleich mit Lebensluft zersetzt, so entstehe Salpetersäure; wirklich habe es doch auch Cavendish schwer gefunden, sich aus Stickgas diese Säure zu verschaffen. Schlage man durch ein Gemenge von Lebensluft und noch ein Mahl so vielem entzündbaren Gas, so rein, daß kein Stickgas in beyden wahrzunehmen ist, in einem gläsernen oder kupfernen Gefäße den elektrischen Funken, so erzeuge sich augenblicklich sehr phlogistisirte Salpetersäure. Die Wirkung bleibe sich gleich, wenn man auch etwas Stickgas dazwischen bringe; thue man aber das, und es fehle merklich an entzündbarem Gas, so erfolge sie, wie bey Cavendish. Das Wasser, das sich bey diesen Versuchen zeige, sey nicht in den luftförmigen Stoffen aufgelöset gewesen, sondern ihr Bestandtheil, der einige wägbare. Könne er nach Belieben aus Stoffen, die nach der Behauptung Anderer reines Wasser geben sollten, auch nur einige Tropfen stärkere Säure bekommen, so beweisen diese so viel als ganze Kannen. Allerdings habe er bey seinen Versuchen beyde luftförmige Stoffe vorher geprüft; seine Lebensluft habe bey der Prüfung mit Salpetergas nur $\frac{4}{100}$ Unreinigkeit gezeigt, welche mehr auf die Rechnung des schwerlich rein zu erhaltenden Salpetergas komme, aber wenn auch 10 Mahl mehr Stickgas darin gewesen wäre, hätte er nicht $\frac{1}{100}$ der Säure erhalten können, die er bekam; die Geräthschaft seiner Gegner sey sehr verwickelt, die seinige einfach; höchst wahrscheinlich hätten sie den Rückstand an Stickgas geringer angegeben, als er wirklich war, auch müßten sie zur Vollständigkeit des Beweises einen Körper aufstellen, der, indem er das entzündbare Gas des Wassers bildet, sein Oxygen frey macht.

 8) Wenn

8) Wenn man den Wasserdampf nur langsam über glühende Holzkohlen hinstreichen lasse, so erhalte man lediglich nichts als entzündbares Gas ohne alle Spur von kohlensaurem, oder etwas anders, worin sich das Oxygen verloren haben könnte; man müsse also wohl schließen, das Wasser bestehe aus bloßem Hydrogen; finde man Kohlensäure darin, so komme sie von der Lebensluft, womit das Feuer angefacht werde. Daß beym stärkern Zuströmen von Wasserdampf mehr Kohlensäure sich zeige, komme daher, weil mehr Wasser dazu nöthig sey, als zum entzündbaren Gas; Wasser sey die Grundlage der luftförmigen Flüssigkeiten. Wenn auch in der Schwererde Wasser als fremder Stoff hing, so müßte es durch die vorangehende Hitze ausgetrieben werden. Rupp's Versuche gegen ihn seyen verwickelt, und ließen keine so bestimmte Folgerung zu.

9) An der Genauigkeit der von Trostwyck- und Deimannischen Versuche zweifle er nicht; aber es seyn dabey zu viel Kräfte im Spiel, und schwer zu sagen, was und wie viel man jeder derselben zuzuschreiben habe, er habe noch keine Erde an der Hervorbringung der Luft aus Wasser gefunden; das letzte, was davon komme, sey Stickgas, dessen Natur wir noch wenig kennen. Nach einigen seiner Versuche bestehe es aus Lebensluft und Licht, das im elektrischen Funken besonders stark sey, und dieß wäre zur Hervorbringung der Lebensluft nöthig, wenn Wasser ihre Grundlage sey; Gold und Platina, die bey diesen Versuchen gebräuchlichen, mögen auch zur langsamen Darstellung von entzündbarem Gas beytragen; daß aber diese beyden luftförmigen Stoffe sich zuweilen ohne elektrischen Funken entzünden, zeige, daß wenigstens dieser Theil derselben phosphorisch sey, und bekanntlich rieche der elektrische Funke immer nach Phosphor. Wie Metall und Kohle, leite auch Wasser die Elektricität; wie andere Stoffe, die Phlegiston enthalten, schlucke es auch, wenn es frisch überdestillirt sey, aus dem Luftkreise Lebensluft ein. Wenn wachsende Pflanzen im Lichte Wasser zersetzen, warum halten sie nicht damit an, bis das Wasser,

worin sie wachsen, gänzlich zersetzt sey? In seinen Versuchen habe er immer nur ein gewisses Maß, und nach Verhältniß des Wassers wenig Lebensluft bekommen, und die Pflanze sey darauf abgestorben. Aus den Fulhamischen Versuchen folge weiter nichts, als daß das Wasser die Trennung des Oxygens aus den Metallkalken und das Eindringen des Phlogistons befördre, dazu bedürfe es aber keiner Zersetzung des Wassers.

10) Er habe kein Metall in gemeiner Luft durch ein Brennglas über Kalkwasser zum Glühen gebracht, ohne daß sich dieses getrübt hätte; man nehme aber doch wenigstens in den letzten Metallen, keinen Kohlenstoff an; auch aus theils grauem, theils gelbem Bleykalke habe er in einer Glasröhre durch Hitze so viel, als er dem Umfange nach betrug, beynahe ganz reines kohlensaures Gas erhalten; das kohlensaure Gas in dem entzündbaren, wie es bey der Auflösung des Eisens aufsteigt, könne nicht von dem Reißbley des Eisens kommen; denn dieses bleibe bey der Auflösung zurück, er habe aus $1\frac{1}{2}$ Loth des reinsten Reißbleyes in einer glasirten irdenen Röhre durch die Hitze 40 Cubikzolle Gas erhalten, wovon nur $\frac{1}{12}$ kohlensaures, das übrige entzündbares war; und als er den Wasserdampf durchstreichen ließ, noch 240 Zolle reines entzündbares; das Reißbley war zu einen Klumpen, wie Hammerschlag, $2\frac{1}{2}$ Quentchen schwer, geschmolzen. Hätte bey der Auflösung des Eisens das aufsteigende entzündbare Gas nur den Kohlenstoff des Reißbleyes mit sich fortgerissen, so könnte der Rückstand nicht unverändertes Reißbley seyn; auch die Luft aus rothem Quecksilberkalke, den er von Berthollet erhalten habe, habe Kalkwasser getrübt; wenn sie dieses in Berthollet's Versuchen nicht sogleich gethan habe, so müsse die Trübung eine andere Ursache haben, da fast schon $\frac{1}{100}$ Kohlensäure dazu hinreiche; sie komme, so wie die Kohlensäure in dem an der Luft zerfallenden Kalke, vom Phlogiston, das der Kalk bey seinem Brennen aus dem Feuer einschlucke, und Lebensluft aus jenem Kalke, und dem Luftkreise; wirklich werde gemeine Luft, wenn sie einige Zeit über

Kalk oder über Kalkwasser gestanden habe, verbessert. Seine Gegner lassen das Wasser unter so verschiedenen Umständen sich zersetzen.

11) Stickgas sey nicht einfach, sondern könne aus entzündbarem Gas zuweilen allein, sonst mit Hülfe der Lebensluft erzeugt werden. Nach dem Verbrennen des entzündbaren Gas mit gemeiner oder Lebensluft, bleibe immer mehr Stickgas zurück, als nach Vermischung einer der letztern mit Salpetergas; auch bey der verschiedenen Art, wie man die Verminderung der gemeinen Luft bewirkt, falle das Maß des rückständigen Stickgas verschieden aus; es müsse sich also in einigen Fällen erst etwas davon erzeugen. Die Prüfung der gemeinen Luft mit Phosphor sey verdrießlicher und langweiliger, als diejenige mit Salpetergas, und prüfe man sie mit entzündbarem Gas, welches man dann mit dem elektrischen Funken anzünde, so sey der Erfolg noch unzuverlässiger; er habe Stabeisen in 60 Cubikzollen Salpetergas erhitzt; es seyn davon nur 24, und zwar als Stickgas, und, wenn er diesen Versuch über den Punkt der großen Verringerung fortsetzte, bloß entzündbares Gas zurück geblieben. Alle luftförmige Flüssigkeiten, entzündbare so wohl als vermischte, schlucken das Wasser nach und nach ein, aber ehe das gänzlich geschehe, zeigen sie sich als Stickgas. Glühende Kohle schlucke, so wie andere luftförmige Flüssigkeiten, die sie nachher bey dem Eintauchen in Wasser wieder fahren lasse, also auch gemeine Luft, und von dieser vornehmlich Lebensluft ein; bringe man sie aber unter Wasser, so steige Stickgas auf, und auch das Wasser gebe schlechtere Luft von sich als zuvor. Schwarzgebrannte Knochen verderben die Luft, in welcher sie geglühet werden, ohne an Gewicht zuzunehmen; wirklich finde man in solcher Luft mehr Stickgas, als zuvor; dieses könne nur von dem Phlogiston aus den Knochen, und der Lebensluft des Luftkreises entstanden seyn. In $6\frac{1}{2}$ Cubikzoll gemeiner Luft fand er, nachdem er Elfenbein schwarz darin geglühet hatte, einen Würfelzoll kohlensaures Gas, das übrige Stickgas; es müsse sich also auch hier Stickgas, und

mit

mit dem kohlensauren aus den gleichen Stoffen gebildet haben. Sonst gebe Eisenfeile mit Schwefel im Wasser, Quecksilber, oder im luftleeren Raume, entzündbares, zuweilen aber unter Umständen, die er nicht zu bestimmen wisse, Stickgas. Eisen durch Eintauchen in Kochsalzsäure rostig gemacht, habe unter einem mit Quecksilber gesperrten Glase entzündbares Gas meist in Stickgas verwandelt; auch habe entzündbares Gas, worin in Salpetersäure gerostetes Eisen 1½ Jahre gelegen hatte, alle Entzündbarkeit verloren.

Wo sich also entzündbares Gas zeige, müßte man, wenn man es vom Wasser ableiten wolle, dieses nicht bloß aus einer Zunahme am Gewicht beweisen, sondern daß es in dem Verhältniß 15:85 mit Oxygen verbunden war, und dieses als Säure oder Lebensluft darzustellen vermögen; auch müßte das Wasser, das bey dem Verbrennen des entzündbaren Gas mit dieser zurück bleibt, ohne Säure und ohne Gesellschaft des Stickgas seyn, wenn man daraus sicher folgern wolle. Freylich seyn wir nicht im Stande das Gewicht des Phlogistons zu bestimmen, aber das finde auch bey Wärme und Licht Statt.

C.

Ceres (Ceres Ferdinandea) (N. A.) ein vom Herrn Piazzi entdeckter neuer Planet. Daß dieser Planet erst so spät ist bemerkt worden, ist nach dem Herrn von Zach dieserwegen nicht zu verwundern, weil bey Beobachtung desselben nicht allein die Zartheit der Fäden im Fernrohre und die Schwierigkeiten ihrer Beobachtung, Beschwerlichkeit gemacht, sondern weil die ganz eigene Beschaffenheit dieses Weltkörpers verursacht hätte, daß seine gewöhnlichen starken Vergrößerungen an diesen Werkzeugen, welche bey lichtstarken Gestirnen mit so großem Vortheile zu gebrauchen sind, hier abermahls einen nachtheiligen Einfluß gehabt hätten. Eben so erschien die Ceres auch dem Herrn Schröter, Olbers und Harding unter starken Vergrößerungen immer matter. Ein Aufsatz des Herrn Schröter's gibt über diese Paradoxa eine sehr interessante Auskunft. Es ist daraus er-

 sichtlich,

sichtlich, daß dieser Planet nicht allein in einen starken kometenähnlichen Nebel eingehüllt, sondern daß dieser selbst einem merkwürdigen atmosphärischen Lichtwechsel unterworfen ist, so daß auf dessen Oberfläche überaus schnelle und sonderbare Lichtveränderungen vorgehen müssen. Als Herr **Schröter** ρ np westlich aus dem Gesichtsfelde des 13 füßigen Reflektors mit 136 mahliger Vergrößerung brachte, stand die Ceres in so vollkommen auffallender, runder, ruhiger und sanfter Planetengestalt vor ihm, daß nicht der geringste Zweifel übrig blieb. Ihr Bild war unter völliger $9\frac{1}{2}$ zolliger Oeffnung in ihrem dieß Mahl völlig weißen Lichte dem des Uranus völlig ähnlich. Sie hatte einen beträchtlichen Durchmesser, den er ungemessen wenigstens so groß als den des Georgsplaneten schätzte, und ihr Licht blieb, indem die andern viel kleinern und hellern Sterne scintillirten, fortdaurend ruhig. Besondere Aufmerksamkeit schien Herrn **Schröter** der Umstand zu verdienen, daß die Scheibe dieses Planeten so wohl mit 136 als 288 mahliger Vergrößerung, dem Uranus völlig ähnlich, ungemein deutlich begränzt ins Gesicht fiel, daß sie aber einen schmalen Nebel um sich herum hatte, durch welchen die Planetenkugel begränzt durchblickte. In Rücksicht dieser Art Begränzung glich der Planet gewisser Maßen dem im dritten Bande der **Schröter'schen Beyträge** beschriebenen Kometen von 1799, nur daß seine Scheibe viel heller und deutlicher durchblickte, und ihr atmosphärischer Nebel insgemein schmal war. Für den Durchmesser der eigentlichen Planetenscheibe fand sich 1″,514; für den ganzen Durchmesser aber mit Einschluß des atmosphärischen Nebels 2″,514 beträchtlich kleiner, als es Herr **Schröter** nach des Planeten Ansehen geschätzt hatte. Am 26. Januar, Abends 10 Uhr 45′, war unser Dunstkreis viel heiterer als Abends vorher. Der Planet erschien jetzt im achromatischen Sucher des 13 füßigen Reflektors gegen seinen benachbarten Stern 8ter Größe viel größer und in weit matterem, hier röthlichen Lichte, als ein wahres und begränztes Planetenscheibchen, welches Abends vorher nicht der Fall gewesen war.

war. Im Telescop hingegen hatte er so wohl unter 136 als 288 mahliger Vergrößerung wieder ein weißes, etwas ins blaue fallendes, aber ein angenehmes, sanftes, mattes und doch ziemlich helles Planetenlicht. Er hatte wieder eine nebel- und etwas kometenartige Begränzung, aber was höchst merkwürdig war, ist, daß ungeachtet der viel günstigern Luft, dieß Mahl während der ganzen Beobabachtung, dennoch seine begränzte Scheibe nicht wieder so, wie Abends vorher, durch den Nebel vorblickte, sondern das Ganze einen kometenähnlich-nebelartig begränzten Planeten vorstellte.

M. s. Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. IV. S. 136.

Cohäsion. (Zus. zur S. 598. B. I.). Bisher hatte man noch kein allgemeines Gesetz der Cohäsion auffinden können. Für die Metalle, über deren Cohäsion der Graf von Sickingen die genauesten Versuche angestellet hat, unternahm es Herr Ritter *), Untersuchungen über ein allgemeines Gesetz derselben anzustellen. Er bemerkt, daß, wie bekannt die Cohäsion der Metalle zunehme, wenn man sie erkältet, und ab, wenn man sie erwärmet. Bey den gehörigen Schmelzgraden wird endlich ihre Cohäsion gänzlich vernichtet. Diese Erfahrungen brachten Herrn Ritter auf den Gedanken, ob vielleicht die Menge von Wärme, welche erfordert wird, ein Metall in den flüssigen Zustand zu versetzen, das wahre Maß der Cohäsion der Metalle sey. Vielleicht verhielten sich also die Cohäsionen zweyer Metalle bey einer gegebenen Temperatur, wie die Produkte aus den Zahlen der Wärmegrade, die zwischen dieser Temperatur und dem Schmelzgrade des Metalls enthalten sind, und den Wärmecapacitäten dieser Metalle; denn dieß werde der eigentliche Ausdruck für die bis zur völligen Aufhebung des festen Zustandes diesen Metallen zuströmenden Quantitäten Wärme seyn.

Bloß von Gold, Silber, Kupfer und Eisen kennt man die Wärme-Capacitäten, wie die Schmelzgrade. Die erstere

*) Gilbert's Annalen der Physik.

erstere hat **Wilke** für alle, und **Crawford** für die beyden letzten bestimmt. Die Schmelzgrade dieser Metalle hat jetzt bloß **Wedgwood** mit so viel Genauigkeit, als sein Pyrometer erlaubt, bestimmt.

Verglich nun Herr Ritter die Produkte der für die zum Schmelzen nöthigen Grade dieser Metalle mit ihren Capacitäten für Wärme, so fand er zwischen diesen und den Zahlen der Cohäsion eine schöne Uebereinstimmung. Wir könnten daher die Vermuthung wirklich für bestätigt halten, und (vor der Hand nur für diese vier Metalle) als bewiesen annehmen, daß die Cohäsion mehrerer Metalle bey einer gegebenen Temperatur sich zu einander verhalten, wie die Produkte ihrer Wärmecapacitäten und ihrer Entfernungen von ihren Schmelzgraden (in Graden ein und desselben Thermometers ausgedruckt).

Uebrigens bemerkt er, daß es der Zukunft überlassen bleiben müsse, zu entscheiden, ob dieses Gesetz von allen Metallen gelte. Indeß sey dieß sehr wahrscheinlich; denn welcher Zufall gehörte dazu, daß gerade nur die vier Metalle, die ihrer Cohäsion nach so genau bestimmt waren, allein ihm folgen sollten? Ungeachtet **Musschenbroek's** Erfahrungen über den Grad der Cohäsion der andern von ihm untersuchten Metalle, nämlich des Zinnes, Wismuths, Zinks, Spiesglanzes und Bleyes, eben so mangelhaft seyn mögen, als die von ihm über Gold, Silber, Kupfer und Eisen gemachten, so lehre doch schon die alltägliche Erfahrung, daß sie alle weit geringer cohäriren müßten, als jene. Aber es geben auch wirklich ihre Wärmecapacitäten mit den Entfernungen von ihren Schmelzgraden multiplicirt, weit geringere Produkte, als bey diesen, und selbst innerhalb den Musschenbroekschen Angaben entsprechen die über den Zink, den Spiesglanz und das Bley schon ganz der Voraussetzung, indem er die Cohäsion des Zinks größer, als die des Spiesglanzes, und die des Spiesglanzes größer, als die des Bleyes fand, wie es ebenfalls der Berechnung nach seyn sollte. Es stehe uns also fast nichts

im

im Wege, jenes Gesetz für allgemein gültig, und durch die Erfahrung vollkommen bestätiget anzunehmen.

Sonst hatte Herr Ritter denselben Gedanken, welchen der Herr von Arnim unter dem im Artikel, Magnet dieses Bandes hatte, daß nämlich die Cohäsion mit dem Magnetismus in der genauesten Verbindung stehe. Seine Meinung ist die nämliche, wie die des Hern von Arnim; je mehr das Metall eines Magnetismus fähig sey, desto stärker sey die Cohäsion desselben; dieß beweise das Eisen. Dieß habe von allen Metallen die stärkste Cohäsion, sey aber auch das einzige, welches man mit Recht magnetisch nennen könne u. s. w.

Columbium (N. A.) ein von Herrn **Hatchet** entdecktes neues Metall. Als er und D. **Grey** beschäftiget waren, die Mineraliensammlung des Brittischen Museums zu ordnen, fand sich in **Sloane's** Sammlung eine amerikanische Stuffe, die sie anfänglich für chromiumsaures Eisen hielten. Um sich hiervon zu vergewissern, unterwarf **Hatchet** 100 Gran einer chemischen Analyse, durch die er es als ein eigenthümliches neues Metall erkannte. Das Mineral war von Herrn **Winthrop** im Massachusetsbay unter mehreren Eisenstufen an **Sloane** geschickt worden, und scheint daher aus einer der Eisengruben jener Provinz herzurühren. Es ist schwer, von dunkelgrauer fast schwarzer Farbe, und gleicht einiger Maßen dem sibirischen chromiumsauren Eisen *).

Die drey stärkern mineralischen Säuren wirken darauf nur schwach, noch am meisten die Schwefelsäure, und diese löset daraus etwas Eisen auf. Wird es mit 5 bis 6 Theilen kohlensaurem Kali geschmolzen, so zersetzt es sich zum Theil. Um es gänzlich zu zersetzen, muß man es abwechselnd mit Kali schmelzen, und mit Salzsäure digeriren, welches letztere das Eisen auflöset. Während des Schmelzens entweicht die Kohlensäure aus dem Kali, und dieses wird von einer metallischen Säure zum Theil neutralisiret. Löset man es dann im Wasser auf, und thut Salpetersäure im Uebermaß hinzu,

*) *Nicholson's* journal of natur. philosoph. 1802. Jan. p. 32.

hinzu, so scheidet sich diese metallische Säure vom Kali ab, in Gestalt eines häufigen weißen, flockigen Niederschlags. Die Miner besteht zu mehr als $\frac{3}{4}$ aus diesem Stoffe, der mit Eisen verbunden ist.

Der weiße Niederschlag ist in kochender Salpetersäure unauflöslich, und bleibt darin vollkommen weiß; kochende Salzsäure löset ihn nur dann, nachdem er aus dem Kali gefällt ist, auf; und Schwefelsäure nur dann, wenn sie stark erhitzt wird. So wohl diese Auflösung desselben in Säuren, als die in Alkalien, sind farbenlos.

Aus den Auflösungen desselben in Säuren schlägt Kali weiße Flocken nieder; blausaures Kali olivengrüne Flocken; Galläpfeltinktur dunkelorange Flocken, und Zink einen weißen Niederschlag. Auch Wasser, wenn es der schwefelsauren Auflösung in Menge zugesetzt wird, fället daraus diesen Stoff mit Schwefel verbunden, im Zustande einer sulfure, die weiß ist, beym Trocknen aber blau, und zuletzt grau wird. Setzt man zu den Auflösungen desselben in Alkalien blausaures Kali oder Galläpfeltinktur, so erfolgt kein Niederschlag, nicht eher, als bis man Säuren hinzusetzt, und dann zwar die eben erwähnte. Der weiße Niederschlag verbindet sich mit Kali, auch mit Natron, so wohl auf trockenem, als auf nassem Wege, zu Mittelsalzen, und zwar mit Kali zu einem glänzenden schuppigen Salze, das viel Aehnlichkeit mit der Boraxsäure hat. Er treibt die Kohlensäure aus, wird aber selbst an seiner Verbindung mit beyden festen Alkalien durch die andern Säuren geschieden. Mit Ammoniak verbindet sich der weiße Niederschlag nicht. Auch nicht mit Schwefel auf trockenem Wege. Mit phosphorsaurem Ammoniak schmelzt er zu einem etwas in Purpur fallenden blauen Glase. Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak gibt mit der alkalinischen Auflösung desselben einen chocolade-braunen Niederschlag.

Er röthet die Lakmustinktur.

Die Reduktion desselben scheint außerordentlichen Schwierigkeiten unterworfen zu seyn.

Aus diesen Eigenschaften schließt **Hatchet**, daß dieser Stoff ein säuerbares Metall ist, welches sich von allen bis jetzt bekannten unterscheidet; er nennt es nach dem Vaterlande desselben **Columbium**.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. X. S. 600. B. XI. S. 120.

Condensator (Zus. zur S. 619. Th. I.). Eine andere Einrichtung eines Condensators von Glas hat Hr D. **Weber** *) zu Landshut unter dem Nahmen eines **Glascondensators** angegeben. Eine gemeine, etwas dünne, reine und an den Ecken abgestumpfte Glasplatte hat, unter gewisser Zubereitung, das Vermögen, die schwache Elektricität, die in ihr erscheint, sehr verstärkt darzustellen, die unmerkliche merklich zu machen, und zwar im Zustande + E und — E. Die Zubereitung, welche als Bedingung dieses Glascondensators anzusehen ist, besteht in Folgendem: man legt die Glasplatte, welche 10 Zoll breit und 12 Zoll lang seyn mag, über den Deckel eines Elektrophors, den man vorher wohl gerieben hat, berührt dann den Deckel wie gewöhnlich, und hebt ihn sammt dem aufliegenden Glase in die Höhe.

Statt den Funken durch unmittelbare Berührung dem Deckel zu entlocken, streicht man mit dem Rücken der Hand gelinde über die Glasfläche weg. Während dieses Wegstreichens hört man ein leises elektrisches Geräusch, und im Dunkeln erscheinen unter dem Glase, über welches die Hand mit sanftem Andrücken wegfährt, unzählig viele kleine Lichtpünktchen.

Jetzt setzt man den Teller wieder auf den Elektrophor, und wiederhohlt die Manipulation sieben oder acht Mahl. Nun ist die Glastafel zubereitet, zum Glascondensator disponirt.

Die Glastafel wird hierauf von dem Deckel abgenommen, und einige Secunden frey in der Luft gehalten, oder an irgend einen trockenen Körper angelehnt. Jetzt nähert man diese

*) Gilbert's Annalen B. XI. S. 344 u. s. w.

diese Glastafel einem Probierinstrumente (einem Korkkügelchen, das elektrisirt an einem seidenen Faden aufgehangen worden, und da zeigt jede Seite der Glasplatte einen elektrischen Zustand, und zwar so, daß die eine + E, die andere — E elektrisch ist.

Während der Disposition wirkt nämlich die im Elektrophordeckel angehäufte elektrische Materie auf die, welche im Glase im natürlichen Zustande ist, und nöthiget sie, von der Oberseite weg, in die leitende Hand überzugehen, und diese Fläche im Zustande — E zu hinterlassen. Während daß sich aber die elektrische Materie der Oberseite entzieht, häuft sie sich an der Unterseite an. Auch wird die obere Seite der Glastafel alle Mahl negativ — die untere alle Mahl positiv — elektrisch gefunden.

Wird die weggenommene Glasfläche sogleich dem Probierinstrumente genähert, so zeigen die beyden Seiten derselben die Elektricität + E: diese prävalirt anfangs, bis sie in die angränzende Luft verfliegt. Um die obere Seite des Glases = — E, mit der untern = + E, im Handthieren nicht zu verwechseln, bezeichnet man jene mit ein wenig flüssigem Siegellack.

Herr **Weber** gibt folgende Versuche mit dem Glascondensator an:

1) Nachdem die Glasplatte an aller Elektricität erschöpft zu seyn scheint, und das Probierinstrument schlechterdings nicht mehr alterirt, so legt man sie auf eine beliebige Fläche, z. B. auf den trockenen Tisch, nieder, so daß die bezeichnete Seite = — E oben ist. Jetzt streicht man mit dem Rücken der Hand über die ganze Fläche derselben hin, und hebt dann das Glas auf, um seinen Zustand zu untersuchen.

Während des Hinstreichens mit der Hand über die obere Glasseite, vernimmt man die Wirkung der elektrischen Materie in einem lauten Geräusch, und durch ein sanftes Stechen von unzählig vielen elektrischen Fünkchen in der Hand. Die von dem Tische weggehobene Glasplatte sprützt durch die stumpfen Ecken elektrische Strahlen aus, und gibt an einem ange-

angenäherten, eingebogenen Finger auf eine Zollentfernung knotenförmige Funken ab. Der negative Kork wird in einer Schuhweite mit Macht von dem Glase angezogen, und die beyden Seiten desselben erweisen sich dadurch im höchsten Grade positiv.

2) Sind die starken Wirkungen der positiven Elektricität an der erhabenen Glasplatte so viel als verschwunden, so legt man sie abermahls auf eine andere Fläche auf den Tisch nieder, so daß die unbezeichnete Seite sich oben befindet. Nun streicht man mit dem Rücken der Hand, wie vorher, über diese Seite hin; sondert hierauf das Glas vom Tische, und prüft den elektrischen Zustand desselben.

Die Glastafel zeigt abermahls an ihren stumpfen Ecken elektrische Strahlen, an dem angenäherten eingebogenen Finger erscheint nicht, wie vorhin, ein knotenförmiger Funke, sondern ein strahliges Licht, der negative Kork wird jetzt abgestoßen von beyden Seiten des Glases, und da äußert sich dann dieses im höchsten Grade negativ.

Nämlich die positiv geladene Glasseite wird, auf eine Fläche gelegt, der Elektricitätserreger; die angenäherte Hand tritt in ihre positive Wirkungssphäre, zieht daher aus selbiger eine Menge elektrischer Materie in sich, und läßt dadurch die Glasseite im hohen Grade negativ zurück.

3) Wird jetzt die Glasplatte wieder gewendet, nach der Behandlung in freyer Luft, so daß die bezeichnete Seite durch die Disposition = — E wieder oben ist, und der Versuch wie vorher wiederhohlt, so ist der Erfolg wie jener vom ersten Versuche: die ganze Glastafel erscheint abermahls im höchsten Grade positiv.

Das Wenden des Glases kann vielmahl immer mit demselben Erfolge wiederhohlt, und wenn Anfangs dem Zuschauer der Handgriff verhehlt wird, ein Zauberspiel von elektrischen Erscheinungen dargestellt werden; denn es steht ganz in der Gewalt des Versuchanstellers, die Elektricität des Glases verschwinden zu machen, und die verschwundene im höchsten Grade sogleich hervorzurufen, und nach Belie-

ben, jetzt die positive, dann die negative Elektricität, in auffallend hohem Grade darzustellen.

4) Paßt man die Glasplatte einem Deckel von Pappe an, der mit Stanniol überzogen ist, und versieht man ihn in seiner Mitte mit einer Siegellackstange, daß man ihn isolirt aufheben und niederlassen kann, so dient eine solche disponirte Glasplatte als ein Elektrophor, der die Elektricität = + E und = − E in Funken, unerschöpflich, hergibt.

Setzt man nämlich den Deckel auf die bezeichnete Seite, = − E, so geht der aufgesetzte und berührte Deckel mit + E in die Höhe; bringt man ihn aber, nach Umwendung des Glases, auf die unbezeichnete Seite = + E, so besitzt der Deckel − E. Die Funken des Deckels sind auch beträchtlich groß; man kann damit ein kleines Verstärkungsfläschchen laden, warmen Weingeist anzünden u. dergl. m.

Bey den aufgezählten Versuchen muß die Glastafel immer auf einer Fläche aufliegen, wenn ihnen die beschriebenen Erfolge entsprechen sollen, die Fläche sey übrigens nicht leitend, oder schlecht oder gutleitend. — Nur aufliegend zeigt die Glastafel anhaltend und stark ihre Elektricität. Eine solche Glastafel qualificirt sich daher allerdings, so wohl der Capacität als Tenacität nach, zum Condensator.

Die angeführten Versuche, die sich gar vielfältig abändern lassen, gelingen vorzüglich zur Winterszeit, im geheitzten Zimmer, während der Abenddämmerung. Ein Elektrophor von 2 Schuhen Durchmesser ist hinreichend, die Glastafel schnell zur gehörigen Wirksamkeit zu disponiren.

Besonders merkwürdig ist mit einer solchen Tafel folgender Versuch. Nachdem man die Glastafel nach erhobenem Deckel mit dem Rücken der Hand berührt, und die Berührung 7 bis 8 Mahl wiederhohlt hat, so haucht man über die von neuen aufgehobene Glastafel mit dem Munde hin. Es erscheint unter einem lauten und eigenen Geräusche unter dem Glase ein Haufen laufender Sternchen, die einen rinnenden Strom weißglänzender Punkte darstellen, und einen überraschend schönen Anblick gewähren.

Dieser

Dieser anscheinende Sternstrom verschwindet mit dem Hauche des Mundes. Der Hauch, der sich bey der Berührung der etwas kältern Glasfläche in unzählige Wasserstäubchen verdichtet, entziehet in seinem Hinwehen über die Glastafel ihrer obern Seite elektrische Materie; dieses Entziehen an der Oberseite hat dann ein Zuströmen an der untern Seite und die elektrischen Lichtpünktchen zur Folge.

Cuthberson *) beschreibt noch einen von John Read schon im Jahre 1796 erfundenen Condensator, welcher alle übrige Einrichtungen an Empfindlichkeit bey weiten übertreffen soll. Die fig. 16. stellt einen senkrechten Durchschnitt von Read's großem elektrischen Condensator vor. a a ist eine ebene Messingscheibe von ungefähr 8 Zoll Durchmesser, welche auf einem hölzernen Fuße isolirt ist und fest steht. Sie ist mittelst einer messingenen Hülse mit einem soliden Glasstabe f e verbunden, und in diesen in einem hohlen messingenen Cylinder e g festgekittet. b b ist eine andere Messingscheibe von einem etwas kleinern Durchmesser, in deren Mitte eine runde Oeffnung von etwa 2 Zoll Durchmesser durchgebohrt ist. Sie sitzt auf einem hohlen Kegel c h, und dieser auf dem hohlen messingenen Cylinder h g, der sich über den Cylinder e g sanft herauf- und herabschieben läßt. Die Druckschraube i hält die untere Scheibe b b in der gehörigen Lage, für welche ein Anhalt gemacht ist. Lüftet man die Schraube i, so sinkt b b durch ihr eigenes Gewicht hinab, und ruht auf dem Fuße g. Diese Einrichtung schien aber Herrn Cuthberson zu sehr zusammengesetzt, und er änderte sie daher so ab, wie die fig. 17. in einem senkrechten Durchschnitte vorstellt. Er gab den condensirenden Platten eine senkrechte Lage, wodurch das Instrument einfacher und tragbarer wurde. a a und b b sind ebene Messingscheiben, von ungefähr 6 Zoll Durchmesser. Die Platte b b ist an der mit einer Hülse versehenen Kugel von Messing e angeschroben, und wird von dem Glasstabe c getragen, dessen unteres Ende in dem hölzernen Fuße d befestiget ist. Die andere Platte a a wird

*) *Nicholson's* journal of natur. philos. Vol. II. p. 281.

von dem Messingdrahte f, der unten mit einem Charnier und oben mit einer Kugel, an der sie angeschroben, versehen ist, in paralleler Lage mit b b erhalten. Mittelst des Charniers läßt sich diese Platte a a zurück legen, in die Lage, wie die punktirten Linien g a bezeichnen. Ein hervorragendes Stück am Charnier hält die Platte auf, wenn sie in die gehörige Lage parallel mit b b gekommen ist, und erhält sie in ihr. Auf der Kugel e befindet sich eine Mutterschraube, in welche sich die drey Stücke einschrauben lassen, ein kleiner, messingener Becher, ein mit Stanniol überzogenes Stäbchen für die Luftelektricität, und ein Messingdraht, der mit einem Gelenke versehen, und bestimmt ist die Condensatorplatte a a mit der Endplatte der Volta'schen Säule in leitende Verbindung zu setzen.

Die fig. 18. stellt ein gewöhnliches Goldblattelektrometer dar, woran sogleich ein kleiner Condensator angebracht ist. Die Scheiben desselben haben 1½ Zoll im Durchmesser. Die eine ist an der messingenen Deckplatte des Elektrometers festgeschroben, die andere an einem Messingdrahte, dessen Charnier auf dem Fuße des Elektrometers fest sitzt.

Beyde Instrumente (fig. 17. und 18.) lassen sich einzeln, oder in Verbindung mit einander brauchen, je nachdem es der Versuch mit sich bringt. Erfordert der Versuch beyde Condensatoren, so werden sie so mit einander verbunden, wie man es in fig. 19. sieht. Die feste Platte b b des großen Condensators muß zu dem Ende an der Seite mit einem Messingstifte versehen seyn, mit dem sie an die condensirende Platte des Goldblattelektrometers angeschroben wird.

Herr **Cuthberson** gibt folgende Methode an, den doppelten Condensator zu brauchen.

1) **Für die bey Effervescenzen u. s. f. erregte Elektricität.** Man schraubt (fig. 17.) das Schälchen l auf die Kugel e des großen Condensators, und setzt in dasselbe eine Glas- oder Porzellanschale mit den Materialien, welche das Aufbrausen hervorbringen sollen, und verbindet darauf beyde Condensatoren, wie in fig. 19. Hat das Aufbrausen begonnen, so schlägt

schlägt man die bewegliche Platte a a des großen Condensators in die punktirte Lage (fig. 17.) zurück, wobey die feste Platte b b nicht berührt werden darf. Wird beym Ausbrausen viel Elektricität erzeugt, so divergiren die Goldblättchen schon jetzt; wo nicht, so rückt man das Elektrometer vom großen Condensator ein wenig ab, und dreht die bewegliche Platte des kleinen Elektrometer-Condensators zurück; so wird nun, wenn daraus genug Elektricität erregt ist, das Elektrometer divergiren.

2) **Für die Luftelektricität.** Man schraubt ein Stäbchen in e ein, setzt beyde Instrumente an einem schicklichen, weder mit Gebäuden noch mit Bäumen zu sehr umgebenen Orte mit einander in Verbindung, und verfährt wie vorhin.

3) **Auch für die galvanische Elektricität** gibt **Cuthberson** Methoden an, sie an dem Condensator bemerkbar zu machen; allein seine Beschreibung ist so mangelhaft, daß ich sie ganz übergehe.

D.

Dämpfe (Zus. zur S. 656. Th. I.). Der Herr Professor **Schmidt** *) in Gießen hat neuere Versuche über die absolute Elasticität der Wasserdämpfe angestellt, und aus denselben folgende Formel hergeleitet. Bedeutet nämlich t den Wärmegrad des Wasserdampfes nach der 80theil. Skale des Quecksilberthermometers und e die Höhe der Quecksilbersäule, deren Druck die Expansivkraft dieses Dampfes mißt, in hundertel paris. Zollen, so ist nach Herrn **Schmidt** $e = t^{1,4113 + 0,005\,t}$.

Herr **Schmidt** hat sehr überzeugend erwiesen, daß diese Formel nicht allein innerhalb der Gränze der bisherigen Versuche der Expansivkraft der Wasserdämpfe nach seinen Versuchen weit besser als die von **Prony** angestellten entspricht, sondern auch über diese Gränze hinaus sehr wahrscheinlich bleibt, indeß die Prony'sche gar bald zu sinnlosen Resultaten führt.

*) Grens neues Journal der Physik. B. IV. S. 275 u. s. w.

Die Herren Bicker und Rouppe [α]) zu Rotterdam glaubten, daß die Dampfmesser (m. s. Elasticitätsmesser), welche die Herren Betancourt und Schmidt bey ihren Versuchen gebraucht hatten, noch einige Fehler besäßen, und beschlossen daher, neue Versuche mit einem ganz neuen Dampfmesser anzustellen. Ein kurzer Auszug aus ihren Resultaten ist folgender:

Wärmegrade nach Reaum.	Wärmegrade nach Fahrenh.	Elasticität in Zollen zu Folge der Versuche:	
		von Schmidt	von Bicker und Rouppe
80°	212°		29
95	$223\frac{1}{4}$	36,7	39,6
90	$234\frac{1}{2}$	45,2	45,9
95	$245\frac{3}{4}$	56,8	56,1
100	257	69,4	69
105	$268\frac{1}{4}$	83,8	83
110	$279\frac{1}{2}$	104,3	
111	$281\frac{3}{4}$	108	
112	284	113,1	
113	$286\frac{3}{4}$	117,1	
114	$288\frac{1}{2}$	121,3	

Noch viel weiter ist Dalton [β]) über diesen Gegenstand vorgedrungen. Er bemerkt ganz richtig, daß es ein wesentlicher Fehler ist, daß man die Größe der Expansion der Dämpfe nur für höhere, nicht aber für niedere Grade der Wärme bestimmt habe, welches letztere aber für die Naturlehre weit wichtiger als das erste sey.

Die Methode, deren sich Dalton zur Bestimmung der expansiven Kraft der Dämpfe bediente, war folgende. Er nahm eine vollkommen trockene Barometerröhre, füllte sie mit eben ausgekochtem Quecksilber, und bemerkte den Stand der Quecksilbersäule in ihr. Darauf graduirte er die Röhre nach ganzen und Zehntel-Zollen mittelst einer Feile, goß von der Flüssigkeit, die zum Versuche dienen sollte, so viel hinein, daß sich die ganze innere Seite damit eben nässen ließ,

α) Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap de proefondervindelijke Wysbegeerk te Rotterdam. Deil I. Heft 1800.

β) Memoires of the literary and philos. Society of Manchester. Vol. V. P. II. p. 550.

ließ, füllte sie dann wieder mit Quecksilber, und kehrte die Röhre sehr sorgfältig um, so daß dabey keine Luft hinein kommen konnte. Blieb nun das Barometer eine Zeit lang stehen, so sammlete sich über dem Quecksilber allmählich $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ Zoll Flüssigkeit, die längs der Wände in die Höhe schlüpfte; neigte man die Röhre, so stiegen das Quecksilber und diese Flüssigkeit bis an die Spitze der Röhre, welches einen Beweis eines vollkommenen luftleeren Raumes abgab.

Zur fernern Vorrichtung diente ihm eine 2 Zoll weite und 14 Zoll lange, an beyden Enden offene und mit Korkstöpseln versehene Glasröhre. Beyde Korkstöpsel hatten in der Mitte eine runde Oeffnung, durch die sich die Barometerröhre durchschieben ließ. Der obere, der bloß bestimmt war, die Barometerröhre zu halten, war halb weggeschnitten, so daß durch ihn Wasser in die weitere Röhre gegossen werden konnte; der untere war ringsum wasserdicht verwahrt. Ward nun Wasser von einer gegebenen Wärme in die weitere Röhre gegossen, so umgab es den obern oder luftleeren Raum des Barometers, und so ließ sich dann der Effect dieser Temperatur in der Bildung des Dampfes innerhalb der Röhre nach den Seiten der Quecksilbersäule beurtheilen. Auf diese Art hat **Dalton** den luftleeren Raum mit Wasser, bis auf eine Temperatur von 155° Fahrenh. hinauf, umgeben. Bey höhern Wärmegraden war der Glasapparat nicht mehr brauchbar; für sie bediente er sich daher eines andern Apparats.

Er verschaffte sich zwey zinnerne, 2 Fuß lange Röhren, eine dünne, an beyden Enden offene, in welche beym Versuche die obere Hälfte eines Heberbarometers mittelst zweyer Korke befestiget wurde, und eine 4 Zoll weite, die am einen Ende durch eine zinnerne Platte verschlossen war. Diese Platte hatte in der Mitte ein Loch, durch welches die dünne Zinnröhre in die weitere so hineinpaßte, daß sie sich in der Achse desselben befand, und in dieser Lage war sie darin fest gelöthet. In die weitere Röhre wurde das heiße Wasser von bestimmter Temperatur gegossen, und das Steigen des

Quecksilbers in den andern Schenkel des Heberbarometers zeigte, um wie viel die Quecksilbersäule durch die sich bildenden Dämpfe zum Sinken gebracht wurde.

Auch läßt sich die Kraft der Wasserdämpfe nach **Dalton's** Bemerkung zwischen 80° und 212° durch Versuche mit einer Luftpumpe ausmitteln. Die Resultate stimmen dabey vollkommen mit den durch die beschriebenen Apparate erhaltenen überein. Man setzt zu dem Ende eine mit heißem Wasser halb gefüllte Florentiner Flasche, in welcher ein Thermometer steht, auf den einen Teller der Luftpumpe, und überdeckt sie mit einem Recipienten, und bringt auf den andern Teller eine Barometerprobe. Alsdann pumpt man langsam die Luft aus, und bemerkt im Augenblicke, indem das Auskochen beginnt, den Thermometer- und Barometerstand. Die Barometerprobe mißt die Kraft des Wasserdampfes von der beobachteten Temperatur. Diese Methode läßt sich auch bey andern Flüssigkeiten anwenden. — Alle Thermometer, deren sich **Dalton** bey diesen Versuchen bediente, waren nach einem guten Probethermometer gehörig abgeglichen.

Wiederhohlte Versuche nach allen diesen Methoden, und eine sorgfältige Vergleichung aller ihrer Resultate, setzten ihn in den Stand, eine Tabelle über die Kraft der Wasserdämpfe in allen Temperaturen von 32° bis 212° zu construiren, woraus Folgendes ein kleiner Auszug ist. Die Bestimmung der Expansivkraft des Wasserdampfes über 212° und unter 32° beruhte zwar nicht auf unmittelbare Versuche, ward aber doch mittelbarer Weise durch mehrere Reihen von Versuchen bewährt.

Expansivkraft der Wasserdämpfe in allen Temperaturen vom Gefrierpunkte des Quecksilbers oder — 40° Fahr. bis auf 325° Fahr. nach engl. Zollen Quecksilberhöhe.

Temperatur.	Engl. Zoll Quecksilberhöhe.	Temperatur.	Engl. Zoll Quecksilberhöhe.
— 40	0,013	200	23,64
— 30	0,020	210	28,84
— 20	0,030	212	30,00
— 10	0,043	220	34,99
0	0,064	230	41,75
+ 10	0,090	240	49,67
20	0,129	250	58,21
30	0,186	260	67,73
40	0,263	270	77,85
50	9,375	280	88,75
60	0,524	290	100,12
70	0,721	300	111,81
80	1,00	310	123,37
90	1,36	315	129,29
100	1,86	320	135,00
110	2,53	321	135,14
120	3,33	322	137,28
130	4,34	323	138,42
140	5,74	324	139,56
150	7,42	325	140,70
160	9,46		
170	12,13		
180	15,15		
190	19,00		

Diese Resultate berechtigten den Herrn Dalton zu dem Schluß, daß die Expansivkraft des Wasserdampfs in einer geometrischen Progression fortschreite, deren Exponent aber, statt beständig zu seyn, allmählich abnimmt. So war diese Kraft für 32°, 122°, 212°, mithin bey Temperaturunterschieden von 90° folgende: 0,2000; 3,50; 30 engl. Zoll Quecksilberhöhe, und der Exponent der Verhältnisse, worin diese letztern standen, 17,5; 8,57. Nahm man Temperaturunterschiede, die nur halb, ein Viertel, ein Achtel so groß sind, so erhielt er aus seinen Beobachtungen folgendes Fortschreiten der Exponenten des Verhältnisses der Expansivkräfte.

Bey Temperaturunterschiede von 45°

Temperatur.	Expansivkraft.	Exponenten.
32°	0,200	
77	0,910	4,550
122	3,500	3,846
167	11,250	3,214
212	30,000	2,666

und bey Temperaturunterschiede von $22\frac{1}{2}$°

Temperatur.	Expansivkraft.	Exponenten.
32°	0,200	
54,5	0,435	2,17
77	0,910	2,09
99,5	1,820	2,00
122	3,500	1,92
144,5	6,450	1,84
167	11,250	1,75
189,5	18,800	1,67
112	30,000	1,59

Bey Temperaturunterschiede von $11\frac{1}{4}$°

Temperatur.	Expansivkraft.	Exponenten.
32°	0,200	
43,25	0,297	1,485
54,5	0,453	1,465
65,75	0,680	1,41
77	0,910	1,44
88,25	1,290	1,43
99,5	1,820	1,41
110,75	2,540	1,40
122	3,500	1,38
133,25	4,760	1,36
144,5	6,450	1,35
155,75	8,550	1,33
167	11,250	1,32
178,25	14,600	1,30
189,5	18,800	1,26
200,75	24,000	1,27
212	30,000	1,25

Hieraus sieht man, daß die Exponenten sehr nahe gleichförmig abnehmen. Ist dieß wirklich der Fall, so lassen sich auch die Expansivkräfte des Wasserdampfs jenseits der Gränzen der Beobachtungen hinaus, ohne weitere Versuche anzustellen, bis auf eine beträchtliche Weite ausdehnen.

Was die Expansivkraft der Dämpfe anderer Flüssigkeiten anbetrifft, so ist bekannt, daß einige davon leichter verdampfbar als Wasser, z. B. flüchtiges Ammoniak, Aether, Alkohol u. s. f.; andere dagegen schwerer als Wasser zu verdampfen sind, z. B. Quecksilber, Schwefelsäure, flüssiger salzsaurer Kalk u. dergl. Aus Versuchen, die Dalton mit sechs verschiedenen Arten von Flüssigkeiten angestellt hat, ergab sich folgendes allgemeines Gesetz: **Bey gleichem Temperaturunterschiede ist der Unterschied in der Expansivkraft der Dämpfe aller Flüssigkeiten gleich, in so fern von Temperaturen angerechnet wird, bey welchen beyde Dampfarten dieselbe Expansivkraft haben.** Nimmt man so z. B. ein für alle Mahl eine Expansiv-

pansivkraft von 30 engl. Zollen Quecksilber zum Punkte, von welchem man ausgeht, und es verbrennen, wie gefunden worden, Wasserdämpfe von dieser Expansivkraft durch eine Verminderung der Temperatur um 30° die Hälfte ihrer Kraft; so verlieren auch die Dämpfe jeder andern Flüssigkeit die Hälfte ihrer Kraft, wenn ihre Temperatur um 30° unter der, bey welcher sie kocht, vermindert wird; und so bey allen andern Temperaturunterschieden.

Die wichtigsten Untersuchungen des Herrn Dalton betreffen aber die Expansivkraft der Dämpfe in der Luft. Die hierhergehörigen Versuche wurden mit Manometern oder geraden, an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhren, angestellt, deren innerer Durchmesser $\frac{1}{15}$ Zoll betrug, und die nach Theilen ihrer Capacität graduiret waren. Ein oder zwey Tropfen der Flüssigkeit, mit welcher der Versuch angestellt werden sollte, wurden bis an das zugeschmolzene Ende der Röhre herabgebracht, darauf die innere Fläche der Röhre mit einem Drahte, der mit einem Faden umwunden war, gereinigt, dann atmosphärische Luft, oder eine andere Gasart in die Röhre gelassen, und zuletzt eine Quecksilbersäule von $\frac{1}{10}$ bis 30 Zoll Länge, je nachdem der Versuch eine kürzere oder längere erforderte, hineingebracht, welche in der Röhre schwebte. Wurde nun das Ende des Manometers, wo sich die Flüssigkeit und Luft befanden, in ein hohes Glas voll Wasser von einer gegebenen Temperatur gebracht, so mußte sich die Wirkung des Dampfes im Expandiren der Luft zeigen, vorausgesetzt, daß die Ausdehnung der bloßen Luft durch Wärme für jede Temperatur bekannt war. Diese Ausdehnung trockener Luft, die mit keiner Flüssigkeit, außer mit Quecksilber, in Berührung war, hatte Dalton zuvor untersucht. Man s. Luft. Wahrscheinlich ist die Ausdehnung aller elastischen Flüssigkeiten unter gleichen Umständen gleich, oder nahe so, und 1000 Theile irgend einer elastischen Flüssigkeit werden durch eine Wärme von 180°, nahe gleichförmig, bis auf 1370 oder 1380 Theile expandirt.

Das Resultat aller Versuche, welche er mit verschiedenen Flüssigkeiten in allen Temperaturen von 32° bis 212° angestellt hatte, führte auf ein allgemeines Gesetz, welches folgendes ist: Irgend eine Luftart, die von aller Feuchtigkeit befreyet ist, und eine bekannte Temperatur hat, steht unter einem gegebenen Drucke von p englischen Zollen Quecksilberhöhe, und der Raum, den sie unter diesen Umständen einnimmt, werde = 1 gesetzt. Ferner sey die Kraft des Dampfes irgend einer Flüssigkeit bey derselben Temperatur im luftleeren Raume = f Zoll Quecksilberhöhe. Werden nun diese Luft und diese Flüssigkeit in Berührung gebracht, so erfolgt sogleich eine Ausdehnung des Raums, welchen die Luft einnahm, und zwar entweder unmittelbar, oder doch binnen kurzer Zeit, bis zu einem Raume $= 1 + \frac{f}{p-f} = \frac{p}{p-f}$.

Es sey so z.B. p = 30 engl. Zoll Quecksilberhöhe, so wird, wenn Wasser und Luft in Berührung sind, bey einer Wärme von 180°, bey welcher f = 15 Zoll Quecksilberhöhe ist, der Raum an Luft und Dampf einnehmen, $= \frac{30}{30-15} = 2$, also das doppelte des Raums seyn, den die trockene Luft allein in dieser Temperatur eingenommen haben würde. — Gerade so erzeugt Wasser, das unter einem Drucke von 60 Zoll Quecksilberhöhe steht, bey einer Temperatur von 212°, für die f = 30 Zoll ist, Dampf, der das Volumen der Luft gerade verdoppelt. Für Aether-Dampf ist f = 15 Zoll bey 70° Wärme; daher muß, wenn Aether von 70° Wärme zur Luft hinzu gelassen wird, die unter einem Drucke von 30 englischen Zoll Quecksilberhöhe steht, das Volumen der Luft verdoppelt werden. — Atmosphärische Luft und Wasserstoffgas werden durch Wasserdämpfe in allen Temperaturen, unter übrigens gleichen Umständen, um gleich viel ausgedehnt.

Endlich bemerkt Dalton noch, daß die Annahme einer chemischen Verwandtschaft zwischen den Gasarten und Dämpfen verschiedener Art, mit diesem Phänomen ganz unvereinbar

einbar sey. Man könnte sich zwar denken, daß alle Gasarten eine gleiche Verwandtschaft zum Wasser hätten; obgleich auch diese Voraussetzung, als etwas, das gegen alle Analogie mit andern Gesetzen chemischer Verwandtschaften sey, nicht zulässig seyn möchte. Allein noch weiter zu gehen, und anzunehmen, Wasser verbinde sich mit jener Gasart in derselben Menge, worin sich der Dampf desselben im luftleeren Raume befinde, oder mit andern Worten, die Elasticität beyder verbunden bleibe völlig dieselbe, wie sie vor der Verbindung war; das hieße in der That, aus Liebe zu einer Hypothese, zu weit gehen.

Nach seiner Vorstellung stoßen sich die Theilchen des Dampfes nur unter sich, und eben so die Lufttheilchen nur unter sich, zurück; die Dampftheilchen und Lufttheilchen sind dagegen ohne alle Wirkung auf einander; sie stoßen sich nicht gegenseitig ab, ziehen sich auch nicht an, und sind durch einander aufs gleichförmigste verbreitet, vermöge der Zurückstoßung, welche die Lufttheile gegen einander, und eben so die Dampftheile gegen einander ausüben. Daher wird weder die Expansivkraft noch die Dichtigkeit der Luft an sich durch den Dampf im mindesten verändert; beyde sind ganz dieselben, es mögen sich zwischen den Lufttheilchen Dampftheilchen befinden oder nicht. Nur darin ändert der Dampf etwas, daß die Expansivkraft desselben der Expansivkraft der Luft zu Hülfe kommt, und daß beyde gegen Hindernisse mit vereinter Kraft wirken: der Dampf, so lange tropfbare Flüssigkeiten vorhanden sind, bey derselben Temperatur, mit einer beständigen Kraft; die Luft mit einer Kraft, welche mit ihrer Dichtigkeit zu- und abnimmt.

Noch mehr hiermit verbundenes s. m. unter dem Artikel **Luft**.

Diamant. (Zus. zu S. 681. Th. I.). Der Herr **Guyton** *) hat über das Verbrennen des Diamanten merkwürdige Versuche angestellt. Die rohen Diamanten, mit welchen **Guyton** in Gesellschaft mit **Cloud** und **Hatchet** diese Versuche

*) Annales de Chymie. Tom. XXXI. p. 72. sqq.

Versuche anstellte, schrieben sich von einer englischen Prise her, die vom Senegal kam, und worauf man einige Diamanten gefunden hatte, die auf Monge's Betrieb unter das Museum der Naturgeschichte, und die Cabinette der Ecole des mines und der Ecole polytechnique vertheilet worden waren. Letztere hatte 2 Stücke erhalten, die 3,662 Gran wogen.

Ein Diamant, in Gestalt eines unvollkommenen Octaëders, mit etwas abgerundeten Kanten, der von einem schmutzigen, graugelblichen Wasser war, und genau 142 Milligramms wog, wurde in eine sehr kleine Bisquitschale aus Tiegelporcellan von Valogne gelegt, und unter eine mit Sauerstoffgas gefüllte und mit Quecksilber gesperrte Glocke aus weißem Glase gesetzt. Die Glocke hatte einen Inhalt von 5580 Cubik-Centimeter, und war mit Hülfe einer Luftpumpe mit Sauerstoffgas, aus salzsaurem Kali, gefüllt worden. Die Porzellanschale ruhete mittelst eines eisernen Stiels auf einem Cylinder von hartem Holze, der nach allen Seiten hin beweglich war, und die Schale nach jedem Punkte der Glocke in den Focus eines Brennglases bringen konnte. Das Brennglas der Ecole polytechnique, dessen man sich zu den Versuchen bediente, hatte 40,59 Centimeters im Durchmesser und 135,3 Centimers zur Brennweite. Um die Glocke nicht durch ein zu plötzliches Erhitzen zu zersprengen, ließ man den Strahlenkegel des Brennglases anfangs durch grüne und blaue Gläser durchgehn; allein sey es, daß sie sich stärker als weißes Glas erhitzen, oder daß sie dem Ausdehnen stärker widerstanden, sie platzten in kurzem alle. Besser entsprach diesem Zwecke eine Papierhülle, womit man einige Augenblicke den Theil der Glocke bekleidete, aus welcher der Strahlenkegel auffiel. Der erste Versuch geschah den 9. Fructidor um 1 Uhr. So wie das Papier von der Glocke fortgezogen wurde, sank das Quecksilber im Innern der Glocke sehr schnell, allein der Diamant, der 20 Minuten lang im Brennpunkte blieb, entzündete sich nicht. Als er im Brennpunkte durch farbige Gläser betrachtet wurde, schien seine Oberfläche anfangs etwas mehlig, dann aber merklich geschwärzt zu werden,

und als nach 20 Minuten der Himmel sich umzog, zeigte der Diamant keine andere Veränderung, als daß er eine gelbliche Farbe, dem hellen Bernstein vollkommen ähnlich, angenommen hatte. Als dagegen am nächsten Tage der Diamant 14 Minuten lang im Brennpunkte geblieben war, sah man ihn sehr deutlich roth glühen, wobey er durchsichtig und mit einem schwachen Scheine umgeben war. Erkaltet schien seine Kante etwas abgestumpft zu seyn, er hatte die gelbe Farbe verloren, und war, bis auf einen schwarzen Fleck, wieder weiß geworden.

Erst am 15. ließ sich der Versuch fortsetzen. Man maß zuerst den Gehalt der Luftmasse unter der Glocke, und fand, daß sie sich überhaupt um 173 Cubik-Centimeters vermindert hatte. Die Sonne schien sehr hell, allein die Luft war in so starker Bewegung, daß während das Thermometer unter einer Glocke auf 44,5° stand, es in freyer Luft, der Sonne ausgesetzt, nur auf 32° stieg. Der Diamant kam zu einem schwachen Leuchten, und als in diesem Augenblicke der Strahlenkegel mit einem dunkeln Körper aufgefangen wurde, sah man ihn roth glühen, doch dunkler als das erste Mahl. Erkaltet war er wieder weiß. Verwundert, daß der einmahl entzündete Diamant sich nicht von selbst in der zum Verbrennen nöthigen Temperatur, besonders im Sauerstoffgas erhalte, wie das doch selbst die brennbaren Metalle thun, kam Guyton auf die Idee, dieses möge vielleicht daher rühren, weil der Diamant zu sehr in Masse oder von andern brennbaren Stoffen zu sehr isolirt sey. Er that daher noch einen kleinen geschliffenen Diamanten, 8 Milligrammes schwer, in die Schale; allein das Brennen wurde dadurch nicht im mindesten befördert. Vielmehr gab der kleine Brillant in einer Hitze, bey der der größere Diamant dunkel glühete, nicht das mindeste Zeichen einer Entzündung, und als man beyde am 23sten Fructidor aus dem Apparate herausnahm und untersuchte, hatte er weder an Politur, noch am Gewichte, noch an Schärfe der Kanten das Geringste verloren. Der große Diamant dagegen, der ein Paar Mahl angefangen hatte zu brennen,

brennen, wog nur 88 Milligrammen, und war folglich um 54 Milligrammen oder um 0,38 Theile seines anfänglichen Gewichtes leichter geworden. Er hatte zwar anfänglich seine octaëdrische Gestalt noch, aber die Ecken waren abgestumpft, und die Kanten abgerundet; seine Oberfläche glänzte nicht mehr so stark, und war voll kleiner Unebenheiten, die sich unter der Loupe als Höhlungen, Spitzen und parallele Schneiden zeigten. Merkwürdig war eine weitere Höhlung unweit einer der Ecken, wo der Focus die größte Kraft geäußert haben mochte; hier sah man einen schwarzen Strich, der in das Innere der Masse mit abnehmender Farbe hinein zu gehen schien, und ganz das Ansehen hatte, als rühre er von einer Schmelzung her, welches Guyton bestimmte, diesen Diamanten für das Kabinet der Ecole polytechnique aufzuheben.

Der Diamant, mit dem er seine Versuche fortsetzte, wog 200 Milligrammen oder 3,77 Grän, war von einem schönern Wasser als der vorige, und ein ziemlich regelmäßiges Octaëder. Um eine schnellere und stärkere Wirkung zu haben, nahm Guyton das berühmte Tschirnhausische Brennglas des Nationalinstituts, welches 86,6 Centimeter Durchmesser und 211,076 Centimeter Brennweite hat, und dessen Kraft noch durch ein Collectivglas von 37,89 Centimeter Oeffnung und 56,83 Centim. Brennweite, verstärkt wurde. Im ersten dieser erneuerten Versuche kam es kaum zum Verbrennen. Beym zweyten erhielt die Glocke einen Riß, und die atmosphärische Luft drang ein, so daß das Resultat von dieser Reihe von Versuchen verloren war.

Erst im folgenden Sommer erneuerte Guyton den Versuch. Um jetzt das Zerplatzen des Gefäßes, wo möglich zu verhüten, vertauschte er die Glasglocke mit einer sorgfältig ausgesuchten Glaskugel von mittelmäßiger Stärke, die so groß war, daß der Focus hinlänglich weit von dem Glase entfernt blieb. Sie hatte 28,63 Centimeter im Durchmesser, faßte sammt dem Halse 123,25 Deciliters oder 12325 Cubik-Centimeters, und war von außen mit einer Skale beklebt, welche ihr Volumen nach Deciliters oder 100 Cubik-Centimeters,

meters, maß. Ein so schwaches Gefäß ließ sich nicht mit Quecksilber füllen, auch beschmutzt das Quecksilber die Gefäße. Hätte man es mittelst des gewöhnlichen pnevmatischen Apparats mit Sauerstoffgas füllen wollen, so würde an den Wänden Wasser geblieben seyn; Guyton wählte daher folgende Methode, um den Ballon mit Sauerstoffgas zu füllen. An die Retorte, in welcher das Sauerstoffgas aus 6 Unzen salzsaurem Kali entwickelt wurde, küttete er eine Röhre, die bis auf den Boden des aufrecht stehenden Ballons hinabreichte, so daß das Sauerstoffgas im Grunde des Ballons hinausdringen, und dabey die leichtere atmosphärische Luft aus eine an dem Glas befestigte Röhre hinaustreiben mußte; und also ließ er das Gas im Ballon sich einige Mahl erneuern. Von dem entweichenden Gas wurde etwas aufgefangen, und Herr von Humboldt unternahm es, die Güte desselben mit seinem Eudiometer zu untersuchen. Er fand, als er es mit salpetersaurem Gas vermischte, daß das Sauerstoffgas des Ballons in der Mitte der Operation in 100 Theilen noch 36 Theile Stickgas enthielt, daß es aber am Ende des Prozesses für vollkommen rein zu halten war.

Der vorige Diamant, der jetzt noch 199,9 Milligrammen wog, wurde nun in den untern Theil eines thönernen Pfeifenkopfes gelegt. Dieser ruhete im Mittelpunkte des Ballons auf einem Eisenstabe, welcher in einen mit Mastix getränkten Kork befestiget war, der den Hals des Ballons genau verschloß, und durch den eine kleine Glasröhre hindurch ging, um das Quecksilber, womit der Ballon gesperrt wurde, mit dem Innern in Verbindung zu setzen. Ein eiserner Mörser diente zur Quecksilberwanne, und der Ballon wurde durch zwey Seitenstücke darauf befestiget.

Am 5ten Fructidor im Jahr 6, um 1 Uhr Nachmittags bey 39°,75 Wärme wurde das Tschirnh. Brennglas auf den Diamanten gebracht. Zuerst zeigte sich an der Ecke, worauf der Focus fiel, ein schwarzer Punkt; dann wurde der ganze Diamant schwarz und gleichsam kohlig. Einen Augenblick darauf bemerkte man deutlich einige glänzende Punkte, die auf

dem schwarzen Punkte gleichsam kochten, und als man die Sonnenstrahlen auffing, schien der Diamant roth und durchsichtig. Eine Wolke bedeckte nun die Sonne, der Diamant wurde viel schöner weiß, wie zuvor; und als die Sonne in ihrer Pracht wieder erschien, nahm die Oberfläche einen metallischen Glanz an. Der Diamant hatte sich schon merklich verkleinert, und es war kaum mehr als ¼ desselben übrig, von länglicher Gestalt, ohne bestimmte Ecken und Kanten, sehr weiß und schön durchsichtig. In diesem Zustande blieb Alles bis am 7ten Nachmitt., da man den Diamanten wiederum in den Brennpunkt brachte. Dieselben Erscheinungen zeigten sich in derselben Folge wieder; das Schwärzen der Oberfläche, die glänzenden und kochenden Pünktchen, welche nach der Stärke der Hitze verschwanden, und wieder erschienen; und der metallische Glanz, oder vielmehr, nach dem Ausdrucke der Umstehenden, die Bleyfarbe. Nach 20 Minuten war der Diamant völlig verzehrt.

Es kam nun darauf an, die luftförmigen Produkte zu untersuchen, welches man bis zum 9ten verschob. Zuerst wurde der Träger des Diamanten herausgezogen. Die Pfeife hat zwey kleine Risse erhalten, und einen Fleck 4 bis 5 Millimeters im Durchmesser, der an den Seiten röthlich und innerlich 2 bis 3 Millimetres weit wirklich verglaset, doch von ungleichem Glanze und Farbe war. Es fanden sich darauf mehrere weiße, glänzende Glaströpfchen, 2 grünlich röthliche, auch etwas Quecksilberkalk. Da voraus bekannt war, daß sich beym Verbrennen des Diamanten kohlensaures Gas bildet, so brachte Guyton so viel von einer gesättigten Auflösung von Schwererde in den Ballon, als nach den bisherigen Erfahrungen zu urtheilen gerade hinreichte, das kohlensaure Gas zu verschlucken; er wurde aber sehr überrascht, als sich zeigte, daß fast drey Mahl so viel kohlensaures Gas entstanden war, und daß, statt daß beym Verbrennen der Kohle auf 0,28 Theile des brennbaren Stoffs 0,72 Theile des säurenden Grundstoffes kommen, seiner Be-

rechnung

rechnung gemäß beym Verbrennen des Diamanten auf 17,88 Theile Kohlenstoff 82,12 Theile Sauerstoff verzehrt wurden.

Zwar, sagt Guyton, konnte ich nur Anfangs nicht ohne Widerstreben so großer Verschiedenheit und der Art in dem Verhältnisse denken, wie dasselbe Brennbare sich mit dem Sauerstoffe verbindet; einen brennbaren, kohlenstoffhaltigen Körper, der an wahrem Brennbaren reicher als die Kohle selbst ist, und sich doch von ihr so sehr durch den Grad der Temperatur unterscheidet, bey welchem die Verwandtschaft zum Sauerstoffe thätig wird. Allein die Thatsachen, worauf die obige Rechnung gebauet ist, ließen sich nicht bezweifeln. Auch wäre dieß nicht das erste Beyspiel eines säuerbaren Grundstoffs, bey welchem sich der erste Grad der Säuerung nur sehr schwer bewerkstelligen läßt, dessen fernere Säuerung aber mit der größten Leichtigkeit vor sich geht. Man erinnere sich, wie schwer es hält, reinen Stickstoff mit Sauerstoff direkt zu verbinden, und welche hohe Temperatur dazu erfordert wird, und daß das salpetersaure Gas, so wie es mit Sauerstoff in Berührung kommt, sich damit auch augenblicklich zur salpetrigen Säure vereinigt. Was für die salpetrige Säure das salpetrigsaure Gas, und für dieses der Stickstoff ist, das scheint mir für die Kohlensäure die Kohle, und für diese der Diamant zu seyn.

Ueber dieß finden sich in mehreren Stoffen aus derselben Klasse gleichfalls die beyden Merkmahle verbunden: größerer Reichthum an wahrem Kohlenstoffe und stärkeres Widerstreben gegen Entzünden, daher auch ihre natürliche Stelle zwischen dem Diamanten und der Kohle zu seyn scheint. So ist das Reißbley ein kohlenstoffhaltiger Stoff, der nur in einer sehr hohen Temperatur oder im fließenden Salpeter brennt, im Verbrennen kohlensaures Gas gibt, und gleich dem Diamanten reicher an Brennbarem als die Kohle ist.

Die Resultate, welche aus diesen Versuchen folgen, sind folgende:

1) Der Diamant unterscheidet sich von der Kohle nicht bloß durch Farbe, Gewicht, Durchsichtigkeit, und andere

 äußere

äußere Kennzeichen, wie man bisher zu glauben schien, auch nicht bloß durch die größere Dichtigkeit des Stoffes, der den Diamanten ausmacht, und dadurch, daß die Kohle beym Verbrennen $\frac{1}{200}$ Theil Asche zurück läßt, und etwas Wasserstoff enthält; sondern viel wesentlicher durch seine chemische Beschaffenheit.

2) Der Diamant ist der reine brennbare Stoff dieser Art. Wird er verbrannt, d. h. mit Sauerstoff bis zur Sättigung geschwängert, so erzeugt sich nichts als Kohlensäure, ohne allen Rückstand.

Die Kohle brennt bey einer Temperatur von ungefähr 188° des hunderttheil. Thermometers, der Diamantrest bey etwa 50° des Pyrometers, welche nach Wedgwood's Skale mit 2765° jenes Thermometers übereinstimmen. Im Sauerstoffgas unterhält die entzündete Kohle selbst die zum Fortbrennen nöthige Temperatur; beym Diamanten hingegen verliert sich diese Temperatur sogleich, als man aufhört, sie durch die Glut eines Ofens oder eines Brennglases zu unterhalten.

Der Diamant erfordert zum gänzlichen Verbrennen viel mehr Sauerstoff als die Kohle, und liefert viel mehr kohlensaures Gas; ein Theil Kohle verschluckt dabey 2,527 Theile Sauerstoff und gibt 3,575 Theile Kohlensäure. 1 Theil Diamant verschluckt etwas über 4 Theile Sauerstoff und erzeugt damit 5 Theile kohlensaures Gas.

3) Es gibt Stoffe, die nach ihrer chemischen Natur in einem Mittelzustande zwischen dem Diamanten und der Kohle sind, nämlich das Reißbley, die gegrabene unverbrennliche Kohle, der schwarze dem Gußeisen und dem Stahle beygemischte Stoff, die schwer zu Asche zu brennenden kohlenartigen Rückstände, und die im verschlossenen Raume stark erhitzte Kohle selbst.

Vermischt man 3 oder 4 Hunderttheile ihres Gewichtes an Eisen oder Alaun mit diesen Stoffen, so geben sie beym Verbrennen, gleich der Kohle und dem Diamanten, kohlensaures Gas. Der Kohle nähern sie sich durch Farbe, Leichtigkeit,

tigkeit, Durchsichtigkeit, und dadurch, daß sie sich wie die Kohle zur Zersetzung des Wassers, zum Cementiren des Eisens, zum Entsäuren der Metallkalke, des Schwefels, des Phosphors und des Arseniks brauchen lassen, und gleich ihr die Elektricität leiten. Mit dem Diamanten kommen sie darin überein, daß sie viel mehr Brennbares als die Kohle enthalten, mehr Sauerstoff verschlucken, und mehr kohlensaures Gas geben; daß sie mehr salpetrige Säure zersetzen, selbst im schmelzenden Salpeter nur bey einer erhöheten Temperatur brennen, und daß sie aufhören zu brennen, so bald diese Temperatur nachläßt. Von beyden scheinen sie sich aber darin zu unterscheiden, daß sie mit Zink den galvanischen Reiz eben so stark als das Silber erregen, welches weder bey dem Diamanten noch bey der Kohle der Fall ist.

4) Der Diamant ist also der reine Kohlenstoff, der reine säuerbare Grundstoff der Kohlensäure.

Beym Verbrennen desselben lassen sich drey Zeiten unterscheiden, in welchen verschiedene Temperaturen erfordert werden. In der ersten, welche die stärkste Hitze verlangt, nimmt der Diamant eine schwarze Bleyfarbe an; dabey entsteht der erste Grad der Säuerung, der des Reißbleyes und des Anthracolits. In der zweyten dauert die Säuerung bey einer Temperatur von 18 bis 20 Pyrometergraden immer langsam fort, und gelangt darin zu dem Grade, wie sie in der bey starker Gluth, in einem verschlossenen Gefäße, zum Theil entsäuerten Kohle Statt findet.

So ist folglich das Reißbley ein Oxyd des ersten, die Kohle ein Oxyd des zweyten Grades und Kohlensäure das Produkt der vollendeten Säuerung des Kohlenstoffs.

Könnte man, indem der Diamant sich an seiner Oberfläche schwärzt, immer diesen scharzen Stoff sogleich sammeln; so würde man den Diamanten unstreitig in Kohle verwandeln, oder wenigstens in Reißbley, wenn der zu schnelle Uebergang der Kohle in Kohlensäure das erstere verhindern sollte.

5) Woher kommt es aber, daß der reine Kohlenstoff, der Diamant, so selten ist, indeß er als Bestandtheil zusammengesetzter Stoffe in der Natur so häufig vorkommt? Das darf uns nicht mehr als die Seltenheit des Diamantspaths wundern, der nichts anders als die reine Alaunerde ist, und als die Seltenheit des gediegenen Eisens, dessen Existenz sogar noch zu bezweifeln ist, indeß Alaunerde und Eisen zu den häufigsten Mineralien gehören. Das Wunderbare liegt bloß in dem Widerspruche in der Erfahrung gegen unsere Meinung, und verschwindet, je mehr wir uns der Mittel bemeistern, welche die Natur anwendet, um dieselben Wirkungen hervorzubringen.

Um seine Theorie *), daß der Diamant reiner Kohlenstoff, Reißbley dessen Oxyd des ersten, Holzkohle des zweyten Grades, und Kohlensäure das Produkt der vollkommenen Oxydirung des Diamanten sey, von einer neuen Seite zu prüfen, wünschte Clouet geschmeidiges Eisen durch Cementation mit Diamanten in Stahl zu verwandeln.

Bisher hat man es als ausgemacht angenommen, daß das Eisen nicht anders flüssig werde, als wenn es in den Zustand des Stahls oder des Gußeisens übergehet. Aber in welchem Zustande geht der Kohlenstoff mit in die Mischung ein? Da derjenige, welcher Säuren daraus abscheidet, sich in dem glänzenden Schwarz und der Unverbrennlichkeit zeigt, welche die wesentlichsten Kennzeichen des Reißbleyes ausmachen, so glaubt man, daß es in Form dieses Oxydes des ersten Grades geschehe, und daß mithin die Kohle, deren man sich beym Cementiren des Stahls bedient, sich zuvor bis auf einem gewissen Punkt entoxydire. In der That hat das Kohlenpulver nach dieser Operation ein glänzenderes Ansehen, und ist eben so schwer zu Asche zu bringen, als Kohlen, welche in einem verschlossenen Gefäße entbrannt sind, welches diese Meinung zu bestätigen scheint. Ist sie richtig, so muß sich aus

*) Annales de Chimie. T. XXXI. p. 328 sqq.

aus der Kohle beym Cementiren des Stahls Sauerstoffgas entwickeln.

Guyton that in eine Retorte aus Porzellan einige kleine Eisenstücke, umschüttete sie von allen Seiten mit recht trockener, klein gestoßener Büchenkohle, und brachte die durch eine Entbindungsröhre mit dem Quecksilberapparate verbundene Retorte in einen Reverberirofen. Er erhielt eine beträchtliche Menge von Luft, und zwar von einer Mischung von kohlenhaltigem Wasserstoffgas und kohlensaurem Gas; letzteres betrug im Anfange 0,11, in der Mitte der Operation 0,13 und ganz am Ende 0,15 des ganzen Volumens. Da indeß nach einem Feuerrauch von $3\frac{1}{2}$ Stunden die Verwandlung in Stahl noch nicht weit vorgerückt war, so setzte er die Retorte in eine Esse mit 3 Gebläsen. Nun entwickelte sich zwar sehr viel weniger Luft, ganz von derselben Beschaffenheit wie zuvor, das Eisen wurde aber dabey völlig in Stahl verwandelt; die einzelnen Stücke hatten sich sogar in einem Anfange von Schmelzung mit einander vereinigt.

Es sey, sagt Guyton, zwar nicht unwahrscheinlich, daß das kohlensaure Gas sich zum Theil aus der unveränderlichen Holzkohle und aus der entoxydirten, welche in den Stahl mit eingehet, gebildet habe; allein bey der beständigen Gegenwart des Wasserstoffgas lasse sich aus diesem Versuche nichts anders mit Sicherheit schließen, als daß es äußerst schwierig sey, die Kohle von aller Feuchtigkeit, die sie in sich schließe, gänzlich zu befreyen. Hierbey bemerkt er noch, daß dieser Versuch der Meinung mancher Chemiker widerspreche, die daraus, daß beym Abbrennen des kohlenhaltigen Wasserstoffgas mit wenigem Sauerstoffgas sich der Kohlenstoff niederschlage, schließen, der Sauerstoff habe eine stärkere Verwandtschaft zum Wasserstoffe als zum Kohlenstoffe. Bey diesem Versuche wäre die Temperatur ohne Zweifel hoch genug gewesen, um durch Vereinigung des Wasserstoffs mit dem Kohlenstoff Wasser zu erzeugen, und es wäre nichts vorhanden gewe-

 sen,

sen, welches hier eine besondere Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Kohlenstoffe hätte veranlassen können.

Clouet ließ nun einen Tiegel von geschmeidigem Eisen schmieden, der mit einem genau passenden Stöpsel aus demselben Eisen zu verschließen war. Ein Diamant, 907 Milligrammen schwer, wurde in den kleinen eisernen Tiegel gethan, und mit so viel Eisenfeil vom Tiegel umschüttet, daß der Stöpsel genau darauf paßte. Um so wenig Luft als möglich darin zu behalten, wurde der Stöpsel mit Gewalt hineingetrieben und dann abgeschnitten. Stöpsel und Tiegel wogen zusammen 55,8 Grammen, die Eisenfeil 2 Grammen, folglich alles den Diamanten umgebende Eisen 57, 8 Grammen. Darauf setzte man den Tiegel ganz allein, ohne alle Umgebung, in einen sehr kleinen hessischen Tiegel, und diesen, mit einem eisenfreyen Kieselsand umschüttet, in einen zweyten, auf dem der Deckel mit geschlemmtem Thon und kleingestoßener Schmelztiegelmasse fest gekittet wurde. Diesen ganzen Apparat brachte man in die Esse mit den drey Gebläsen.

Als Alles erkaltet war, fand man im innern hessischen Tiegel das kleine eiserne Tiegelchen, den Stöpsel und die Eisenfeil zu einer einzigen abgerändeten und gut begränzten Masse Gußstahl, die 55,5 Grammen wog, bis auf einige einzelne daneben liegende Stahlkügelchen, 0,884 Gran schwer, zusammen geschmolzen. Vor der Schmelzung hatten Eisen und Diamant zusammen 58,707 Grammen gewogen; gibt ein Verlust von 2,423 Grammen an Eisen, welche sich mit dem hessischen Tiegel vereinigt und ihnen das Ansehen des Reißbleyes gegeben hatte.

Als der Stahl vollkommen geschmolzen war, so daß sich an der Oberfläche desselben der Anfang der schönsten Krystallisation zeigte, so läßt es sich, bey der großen Verschiedenheit des specifischen Gewichts beyder Stoffe, nicht denken, daß sich irgend ein Theilchen Diamant im Innern des Stoffs unverändert erhalten habe, ohne sich mit dem Eisen chemisch zu verbinden. Der Diamant war also

vermöge

vermöge der Verwandtschaft verschwunden, die er unter der ausnehmend erhöheten Temperatur, zu der er hier gelangte, zum Eisen hat, gerade so wie ein Metall in seiner Legirung verschwindet; und dabey hatte der Diamant denselben Grundstoff hergegeben, der sich in der Holzkohle findet, weil das Produkt seiner chemischen Vereinigung mit dem geschmeidigen Eisen dieselben Eigenschaften als die Vereinigung des Grundstoffs der Holzkohle mit dem Eisen zeigte.

Unter den Erfahrungen, welche gegen die Meinung zu streiten scheinen, daß der Diamant reiner Kohlenstoff sey, gehörte ganz besonders der Umstand, daß Schwefelsäure selbst erhitzt auf den Diamant keine Wirkung äußerte, und sich durch ihn nicht zu entsäuern schien. Folgender Versuch, welcher von Clouet und Hatchet angestellt worden, hebt diese Schwierigkeit völlig. Man nahm nämlich einen rohen, krystallisirten und recht durchsichtigen Diamanten, der 158 Milligrammes wog, legte ihn in eine kleine Kapsel aus Platina unter eine Art von Gitter aus Platinadraht, und umschüttete ihn mit einer Mischung aus 5 Grammes Thonerde und 15 Decigrammes Kalk. Dieser Versuch führte zu andern noch mehr belehrenden Resultaten.

Die Thonerde war nämlich aus Alaun durch Ammoniak gefällt und wiederhohlt ausgesüßt worden, enthielt aber dessen ungeachtet noch Schwefelsäure. Die Tiegel kamen ganz und wohlbehalten aus dem Feuer, und der Diamant hatte sich nicht aus der Stelle bewegt. Er war an der untern Fläche der kleinen schwefelhaltigen Masse wie eingefaßt, unterschied sich aber von ihr durch seine Ecken und Seiten, und noch mehr durch seine schwarze Farbe, die er angenommen hatte. Als er los gemacht war, zeigte sich, daß dieser schwarze Stoff bloß die Oberfläche des Diamanten bedeckte, der übrigens in seinen Eigenschaften, selbst in seiner Härte, keine Veränderung erlitten hatte, und nach wie vor noch Glas schnitt. Sein Gewicht war aber um

58 Grammes, d. i., um mehr als ein Drittheil, vermindert worden.

Hieraus läßt sich folgern: 1) daß sich der Schwefel, gerade so wie die Kohle, vermittelst des Diamanten entsäuren läßt, wofern nur die Säure in einer chemischen Verbindung zurückgehalten wird, welche die zur Säuerung des Kohlenstoffs nöthige Temperatur auszuhalten vermag. 2) Daß der Diamant, wenn man ihn unter Umstände bringt, wo er den ersten Grad der Säuerung annimmt, ohne sich sogleich in Kohlensäure zu verwandeln, sich unter allen Merkmahlen des Reißbleyes, ja selbst der Kohle, darstellen läßt.

Herr **Parrot** *) hat gegen den letzten Versuch Guyton's mit dem Diamanten einige Bemerkungen gemacht, welche verdienen angeführt zu werden. Nach **Parrot's** Meinung ist die Kohle aus einem Azote (ein Theil von **Lavoisier's** Carbone), reinem Phlogogen **Lavoisier's** Hydregen) und etwas Erde zusammen gesetzt; der Diamant aber aus Azote-Oxyd und Phlogogen, oder aus Phlogogen-Oxyd und Azote. Welches von beyden Statt finde, könne aus den bisherigen Datis nicht bestimmt werden. Der Analogie gemäß scheine das letztere etwas wahrscheinlicher. So viel sey gewiß, daß der Diamant Phlogogen und Sauerstoff enthalte, und daß er sich dennoch an die Reihe der gewöhnlichen brennbaren Substanzen aus dem vegetabilischen Reiche anschließe. Seine Gründe sind folgende:

1) Das Phänomen, daß der Diamant mehr Oxygen bey seiner Entzündung verzehrt, als die Kohle, und größere Hitzgrade, als sie, erfordert, hat **Parrot** aus seiner Theorie erklärt (M. s. **brennbare Materie**), ohne anzunehmen, daß die Kohle ein Oxyd sey. Die größere Hitze beruhe lediglich auf der größern Festigkeit. Der Diamant sey von dem elastischen Zustande weiter entfernt als die Kohle. Die größere Sauerstoffmenge erkläre sich durch einen wichtigen Berech-

*) Gilbert's Annalen der Phys. B. XI. S. 204.

Berechnungsfehler Lavoisier's in seinen Versuchen über die Kohle. Es fielen also die zwey Gründe Guyton's weg.

2) Der Satz, daß die ersten Grade der Oxydation die schwächsten seyn, sey durch nichts erwiesen und streite wider die Analogie, indem sonst alle Verwandtschafts-Aeußerungen um so leichter und schneller vor sich gehen, je geringer der schon vorhandene Sättigungsgrad sey.

3) Es sey ein Erfahrungssatz, daß die Gegenwart des Sauerstoffs die Verflüchtigung aller oxydirbaren Substanzen befördert. Hier muß wieder eine Ausnahme statuirt werden, halte die Kohle Oxygen, der Diamant nicht, warum widerstehe diese, in Abwesenheit des äußern Sauerstoffs, solchen Feuergraden, die den Diamanten verflüchtigen? Die Einwendung, daß bey der Verflüchtigung des Diamanten in verschlossenen Gefäßen der Sauerstoff durch die Poren der Gefäße dringe, schwäche dieses Argument nicht. In einer offenen Glasröhre widerstehe die Kohle der Weißglühehitze des Glases.

4) Der Diamant entzünde sich mit Sauerstoffgas unter Erzeugung einer merklichen, obschon kleinen Flamme. Nun sey aber der freye Lichtstoff, der das Phänomen der Flamme erzeuge, nicht mit dem Sauerstoffe, sondern mit dem Phlogogen gebunden; demnach seyn wir berechtigt, überall auf die Gegenwart dieses Stoffes zu schließen, wo Lichtstoff Statt finde, so wie wir auf dessen Gegenwart in allen entzündlichen Gasarten schließen. Außer dem brenne reines Azote oder Azote-Oxyd ohne Phlogogen nie mit Flamme. Man erhitze z. B. Kienruß, Ofenruß, und den Ruß, der sich auf dem lange nicht geputzten Dochte des Talglichtes in der Form eines Pilzes ansetze; er werde glühen, aber nicht flammen.

5) Es bleibt also nur noch Guyton's letzter Grund übrig, nämlich die Entstehung des kohlenartigen Oxyds auf dem Diamanten bey dessen Entzündung in einem Gemische von schwach gesäuerter Kalkerde und Thon. Parrot e klärt dieses Phänomen auf folgende Art. Es ging l

nä

nämlich wie bey der Entzündung jeder brennbaren vegetabilischen Substanz zu. Eine Kerze oder eine Lampe erzeuge keinen merklichen Ruß, wenn das Sauerstoffgas in hinlänglicher Menge hinzuströmen könne; erzeuge aber eine sehr beträchtliche Menge desselben, so bald dieser Zufluß vermindert werde. Der Diamant in diesem Versuche wäre mit Erde bedeckt gewesen, welche den Sauerstoff so sparsam zugelassen, folglich habe Ruß entstehen müssen, d. h., Azote-Oxyd, nur vom Phlogogen getrennt. Warum bey der Erhitzung des Diamanten in einem Klumpen Porzellanerde kein Ruß entstehe, erkläre sich sehr leicht. Im Reverberirofen sey die Hitze sehr gleichförmig; es entstehe also im Porzellanklumpen eine völlig gleichförmige, anhaltende Hitze. Der Diamant werde darin verflüchtiget, d. h., seine Theile verlieren ihre Cohäsion, werden so zertheilt, daß sie durch die erweiterten Poren des Porzellans durchdringen können, und in ihrem Durchgange immer gleich heiße Gegenden antreffen, bis sie ganz ausgetreten sind. Dann finden sie im Ofen Sauerstoffgas, das sie in Luftsäure und Wasser verwandele, wie Harz, Oel u. s. w. Hingegen sey im **Morveau**'schen Versuche die Erhitzung der Erden um den Diamanten herum durch die Sonnenstrahlen ungleichförmig und nicht anhaltend. Das verflüchtigte Azote treffe kältere Theile an, und schlage sich also nothwendig als Ruß nieder. Folglich sey der bemerkte schwarze Ueberzug keines Weges Kohle, sondern Ruß, und zwar wahrscheinlich Ofenruß. In diesem Prozesse möge die wenige Säure des Kali allerdings zersetzt worden seyn, aber sie sey gewiß an der Entstehung des Rußes ganz unschuldig.

Dynamometer, Kraftmesser, (N. Art.), ist eine von dem Bürger **Regnier** *) beschriebene Vorrichtung, die Kräfte der Menschen, der Thiere und Widerstandes zu messen. Sie besteht im Folgenden: (fig. 20.) a ist eine elliptische

*) Journal de l'école polytechnique. Cahier V. To. II. an VI. à Paris. p. 100 — 128.

elliptische Stahlfeder, welche mit Leder überzogen wird, um die Hand beym Zusammendrucken nicht zu verletzen. Sie ist 32 Centimeter (12 Zoll) lang, aus gut gehärtetem Stahle verfertigt, und man versichert sich zuvor durch den Druck einer Kraft, die stärker ist, als alle, welche daran geschätzt werden sollen, von ihrer Güte, und daß sie während des Gebrauchs nichts an Elasticität einbüßen werde. An dem einen Arme der Feder ist der stählerne Träger b durch Einschnitte und Schrauben stark befestiget, und auf diesen Träger sitzt eine Messingplatte (fig. 2.) c in Form eines Halbkreises, auf den zwey Bogen mit Theilungen, die eine nach Myriagrammen (etwas über 20 Pf. des Markgewichts) andere nach Kylogrammen (etwas über 2 Pf.) eingerissen sind.

(Fig. 20.) d ist ein zweyter Träger von Stahl, der auf dieselbe Art an dem andern Arme der elliptischen Feder befestiget ist. Er endiget sich in eine gabelförmige Klammer, in welcher der kupferne Zurückstoßer (fig 2.) e sich frey bewegen kann. f ist ein leichter und elastischer stählerner Zeiger, der durch eine Schraube im Mittelpunkte des halben Kreises befestiget, und bey g mit einem kleinen Polster von Tuch oder Leder versehen ist, um die Reibung gegen den halben Kreis so gering wie möglich zu machen. Die erste Eintheilung in Myriagrammen dient zu allen den Versuchen, welche die elliptische Feder nöthigen sich nach ihrer großen Achse zu verlängern, wie bey der Prüfung der Stärke eines Zugthieres; die zweyte Eintheilung in Kylogrammen ist für die Versuche (z. B zur Prüfung der Muskelkraft der Hand,) bestimmt, bey welchen man die beyden Arme der Federn zusammendrückt.

Ueber diese Theile, auf welchen der Mechanismus des Instruments beruht, ist, um hier gegen Nässe und andere Unfälle zu sichern, eine kleine Messingplatte befestiget, auf welcher sich ebenfalls ein eingetheilter Bogen befindet, dessen Theilstriche den auf dem ersten Bogen entsprechen; und das Spiel eines kleinen Zeigers, der hinter dieser Platte liegt, zeigt hier alle Veränderungen in der Stahlfeder.

(Fig.

(Fig. 20.) l ist ein Messingstück durch Hämmern gehärtet und mit einem Hütchen, wie die Magnetnadel, versehen. In dieses Hütchen spielt der untere Theil des Stiefels an dem Zurückstößer ein. Indem dieses Messingstück gleich einer Feder nachgibt, weicht es bey einem falschen Stoße oder Schlage, und verhüthet dadurch, daß der Mechanismus (fig. 21.) bey e nicht so leicht zerbrechen werde. In der Deckplatte ist eine Pfanne angenietet, in welcher der obere Theil des Stiftes am Zurückstoßungsarme läuft. Bey n, n, n ist die Deckplatte angeschraubt.

Druckt man die Feder zusammen oder zieht sie am längern Durchmesser aus einander, so nähern sich immer ihre beyden Arme. Dabey stößt der kleine Hebel des Mechanismus bey e den Zeiger zurück, der, so bald der Stoß aufhört, an dem Orte stehen bleibt, bis zu welchen er getrieben ist, und bey jedem Versuche zum Nullpunkte zurückgedrehet werden muß; eine Vorrichtung, die viel bequemer ist, als wenn der Zeiger sich mit der Feder hin und her bewegte. Die Grade auf der Scheibe sind durch Versuche mit Gewichten bestimmt worden, durch welche man die große Achse der elliptischen Feder verlängerte und dadurch den Zeiger zurück drückte. Da dieser dann stehen bleibt, so ist die Bezeichnung leicht.

Die Kraft der Männer von mittlerer Stärke war in derjenigen Stellung, wo sie ihre ganze Muskelkraft im Heben anwandten, im Durchschnitte gleich 13 Myriagrammen (265 Pfund) und die Muskelkraft ihrer Hände beym Zusammendrucken der Feder gleich 50 Kylogrammen (102 Pfund). Die mittlere Stärke der Weiber ist der Stärke eines 15jährigen Jünglings, also ungefähr $\frac{2}{3}$ von der Kraft der Männer gleich. Eine Frau, welche noch nicht lange vom Schlage gerührt war, und die man elektrisirte, hatte, dem Dynamometer zu Folge, nach jedem Elektrisiren mehr Kräfte als vorher. Hierbey erinnert R., daß nicht immer die Kraft in den Händen beym Drucke ihrer Kraft im Heben gleich ist, wenigstens fand er einige Mahl auffallende Unter-

Unterschiede. So z. B. druckte ein junger, übel gebaueter Mensch den Dynamometer in den Händen mit einer Kraft von 143 Pfund zusammen, indeß er ein gleich schweres Gewicht nicht zu heben vermochte. Gewöhnlich hebt man ein doppelt so großes Gewicht.

Ueber die Kraft der Pferde im Ziehen stellte R. mit guten Zugpferden von mittlerer Größe nach einander sorgfältige Versuche an. Sie zogen 36, 38½, 26½, 46 Myriagrammen, welches für die mittlere Stärke eines Pferdes im Ziehen ungefähr 36 Myriagrammen (.36 Pfund) gibt. Er bemerkt hierbey, daß man bey der Probe das Pferd nicht ruckweise, sondern nur allmählich stärker ziehen lassen müsse, welches man nach dem Gange des Ziehens beurtheilt; sonst erhielt man zugleich mit die Kraft, welche die in Bewegung gesetzte Masse des Pferdes mit ausübt.

Ein Mensch von mittlerer Stärke, der eine Last horizontal mit Hülfe eines Brustbandes, z. B. einen Karren oder ein Schiff, fortzieht, hat, nach wiederhohlten Versuchen, höchstens 50 Kylogrammen (123 Pfund) Kraft, und der stärkste zieht so nicht mehr als 60 Kylogrammen (123 Pfund), welches ganz gut mit der gewöhnlichen Behauptung zusammenstimmt, daß ein Pferd 7 Mahl stärker als ein Mensch ist; versteht sich im horizontalen Zuge. Weil der Mensch hier nur durch sein Gewicht wirkt, so vermag der Stärkere nicht viel mehr wie der von mittlerer Kraft; dagegen im Zuge, wo es auf Muskelkraft ankommt, der Unterschied weit beträchtlicher ist.

Noch hatte R. einige Versuche über die beste Art, eine Last fortzubringen, angestellt. Das Resultat dieser Versuche enthält folgende Tabelle. Eine 2 Meter 3 Fuß 11¼ Linie) lange und 7 Decimeter breite Kiste, welche 24½ Myriagrammen (501 Pfund) wog, wurde über eine horizontale, ebene Fläche fortgezogen.

Durch

	Durch eine Kraft von		
	Myriagrammen	Kylogrammen	oder Pfund
Auf der Ebene selbst ruhend	14	—	286
auf Rollen stehend, die 27 Cent. im Umkreise hatten	2	5	51
auf einem kleinen Wagen mit 4 niedrigen Rädern, 10 Decimeter im Halbmesser	6	—	122
auf Rädern, die $\frac{3}{4}$ Meter im Durchmesser hatten	4	5	92
auf 2 Rädern von $1\frac{1}{2}$ Meter im Durchmesser	3	—	61

Diese Versuche zeigten also sehr deutlich den Vorzug der hohen vor den niedrigen Rädern, und der zweyrädrigen Karren zu Frachtfuhrwerk, da diese kaum eine Kraft, die ein Achtel ihrer Ladung beträgt, bedürfen, um über einen festen, völlig horizontalen Boden fortgezogen zu werden. Eben so sieht man, wie nützlich Rollen zum Transport der Waren sind, sie machen sie 6 Mahl beweglicher, als wenn sie platt fortgeschleift werden.

E.

Eis. (Zus. zur Seite 797. Th. I). Bisher hat man allgemein behauptet, daß das Wasser nahe beym Frostpunkte gegen die Regel merklich ausgedehnt werde. Der Herr von Arnim [a]) aber meinet Grund zu haben, theils diese Sache selbst noch nicht für ganz ausgemacht zu halten, theils, wenigstens so, wie sie angestellet werde, daran zu zweifeln, weil die Versuche auch einer andern Erklärung fähig wären.

Man habe dieses Gesetz sowohl durch Wasser, das in eine Thermometerkugel und Röhre eingeschlossen (wie de Lüc), als auch durch Aufsuchung des specifischen Gewichtes (wie Schmidt, le Febre und Guineau,) bestätigt; aber, fragt von Arnim, könnte nicht die Abweichung in beyden Fällen aus

a) Gilbert's Annalen der Phys. B. V. S. 64 ꝛc.

aus der Zusammenziehung des Glases erklärt werden, die vielleicht fast gleichförmig fortgehe, wenn jene immer mehr abnehme? Es wäre in diesem Falle eine ähnliche Täuschung, wie das anfängliche Fallen der Thermometer mit starken Kugeln, wenn man sie in eine heiße Flüssigkeit bringe.

Diesen Zweifeln auszuweichen, hält von Arnim folgendes sehr einfache Werkzeug geschickt. Zwey starke Röhren (fig 22) ab und cd, von welchen jene 5 Fuß, diese ungefähr 1 Fuß länge hat, sind durch ein weites Gefäß ac mit einander verbunden. Die Röhre ab ist mit Wasser, cd mit Quecksilber gefüllt, ee ist die Gränze zwischen dem Wasser und Quecksilber im Gefäße, und kann, da das Gefäß weit ist, als beständig angenommen werden. Es werden sich daher die specifischen Gewichte verkehrt verhalten, wie die Höhen des Wassers und Quecksilbers en : em. Durch Eintauchen in eine kalte Flüssigkeit und Beobachtung des Thermometers darin, werde man nach vorhergegangener Untersuchung des specifischen Gewichtes des Quecksilbers bey 0° Reaum. bestimmen können, ob das Wasser von 4° Reaum. sich wieder ausdehne. Herr von Arnim selbst hat mit diesem Instrumente keine Versuche angestellt. Er bemerket nur noch, schon Nicholson scheine die Unzulänglichkeit der bisherigen Beweise für die Ausdehnung des Wassers in der Nähe des Gefrierpunktes gefühlt zu haben; wenigstens sagt er, daß die Rumfordsche Erfahrung mit dem Talge, der sich kugelförmig erhebe, statt sich zu senken, ihm der einzige sichere Beweis dafür sey. Dieser Versuch scheine aber weit leichter aus der allgemein gefundenen Tropfenbildung der Flüssigkeiten in Stoffen, gegen die sie weniger Anziehung als unter sich zeigten, abgeleitet werden zu können.

Nach des Herrn von Arnim's Meinung scheine Wasser beym Erwärmen vom Gefrier- bis zum Siedpunkte nicht ein und derselbe Stoff zu bleiben, sondern in seiner Mischung ununterbrochen sich zu ändern; und eben diese Veränderlichkeit seiner Mischung, diese wahrscheinlich zu-

nehmende Oxygenation bis zum Gefrierpunkte hinab, sey es, die es zu der Zwischenrolle bey Oxydationen und Desoxydation eigne.

Die Luft, welche wir durch Kochen aus dem Wasser entwickelten, halte Herr von Humboldt für eingemengt. Aber welchen Grund hätten wir, sie nicht für chemisch damit gebunden zu halten? Nenne er doch auch das Schneewasser oxygenirt und erkenne doch auch nur durch dieselben Mittel, wie dort, die Güte der daraus entwickelten Luft. Da diese Verbindung übrigens vollkommen den Charakter der Homogeneität habe, so könne er es auch nicht anders, als eine chemische Verbindung nennen. Nun fänden wir, daß die Luft, aus erwärmtem Wasser entwickelt, stickgasreich, die Luft aus dem vorher sehr erkalteten und nun erwärmten Wasser oxygenreich sey; was könne man anders schließen, als daß sich im letztern Falle mehr Oxygen damit verbunden habe? Aus diesen und andern Erfahrungen könne man doch nichts weiter schließen, als daß das Eis ein oxydirtes Wasser sey, und daß die Anziehung des Wassers gegen den Sauerstoff mit der Verminderung der Temperatur zunehme. Auch habe de Lüc gefunden, daß diese Ausdehnung durch Verbindung des Wassers mit Kochsalz vermindert, durch Verbindung mit Luft vermehrt werde.

Nicht das Wasser, welches sich anfänglich durch Kälte zusammenziehe, dehne sich nun aus, sondern durch Mischungsveränderung werde nicht nur die Zusammenziehung aufgehoben, sondern es werde sogar noch ausgedehnt. Hiermit scheine auch die allgemeine Erfahrung in Verbindung zu stehen, daß zugestopfte Gläser, wenn einige Luft darin sey, nicht so leicht beym Gefrieren zerspringen, als offene.

Ueber das Verdunsten des Eises hat C. Wistar *) interessante Beobachtungen angestellt. Eis, welches die Temperatur des natürlichen Frostpunktes hatte, und in einer Stube aufgehangen wurde, deren Luft bis auf den künstlichen Gefrierpunkt 0° Fahrenh. erkältet war, erzeugte einen sicht-

*) American Philos. Transact. Vol. III. IV.

sichtbaren Dunst. Ueberzeugt, daß dieses zu Folge eines allgemeinen Naturgesetzes geschehe, stellte er einige Versuche zur weitern Prüfung und Gründung dieses Gesetzes an.

Der Schluß, welchen er aus seinen Beobachtungen zog, und den er als ein allgemeines Naturgesetz aufstellte, war: daß der nicht elastische Dunst von keiner bestimmten absoluten Menge und keinem gegebenen Grade empfindbarer Wärme in dem verdunstenden Körper abhange, sondern lediglich von dem relativen Wärmegrade, um welchen dieser Körper die Temperatur der ihn umgebenden Atmosphäre übertrifft, und daß jener Dunst durch das Uebergehen der Wärme aus dem feuchten Körper in die ihn berührende Luft erzeugt wird. Ist diese Theorie richtig, schließt er weiter, so muß es möglich seyn, in dem gewöhnlichen Destillirapparate eine Destillation bloß dadurch zu Wege zu bringen, daß man die Vorlage oder den Kühler erkältet, ohne die Retorte oder den zu destillirenden Körper in ihr zu erwärmen, indem nähmlich dann beständig fort Wärme aus dem zu verdunstenden oder zu destillirenden Körper in die Luft der Vorlage übersteigt.

Diese Schlußfolge suchte er durch Versuche zu bestätigen, um dadurch diejenigen zu widerlegen, welche meinten, der scheinbar vom Eise aufsteigende Dunst schreibe sich vielmehr von Luftportionen von verschiedener Temperatur, die sich vermischen, her. Denn beym Verdunsten in einer mit der Vorlage zusammen gekitteten Retorte, finde kein solches Vermischen von warmer und kalter Luft unter einander Statt; und nimmt man einen Stoff, der nicht in der Luft, weder chemisch noch mechanisch enthalten ist: so müsse vollends der Argwohn wegfallen, der Dunst möge aus der eingeschlossenen Luft abgeschieden seyn.

Er goß 1½ Unzen Schwefeläther in eine Retorte, kittete an sie eine Vorlage mit langem Halse, und setzte diese Vorlage in eine frosterregende Mischung aus Schnee und Salz, deren Temperatur jedoch selten bis unter 10° sank, während die Retorte selbst ringsum atmosphärische Luft von 50° Fah-

renheit umgab. Der Temperaturunterschied betrug hier also nur 40°. Und doch, als man nach 30 Stunden die frosterregende Mischung wegnahm, war ein Drittel der ganzen Aethermasse überdestillirt. In einem ganz gleichen Apparate, wo man die Vorlage mit keiner kaltmachenden Mischung umgeben hatte, war während 30 Stunden auch nicht ein Tropfen in die Vorlage übergegangen.

Dieser Versuch wurde auf dieselbe Art mit Kampfer wiederhohlt. Nachdem die Vorlage 30 Stunden in der kältenden Mischung gestanden hatte, fand Wistar, daß sich etwas Kampfer gerade so baumförmig sublimirt hatte, wie das gewöhnlich durch Hitze geschiehet.

Elasticitätsmesser. (Zus. zur S. 853. Th. I.) Der erste, welcher auf eine Vorrichtung dachte, die Ausdehnung des Dampfes durch Wärme zu messen, war der Schweizer Ziegler. Er machte sie im Jahre 1769. zu Basel in einer kleinen Schrift bekannt *). Sie bestand aus einem Papinianischen Topf, den er sammt den Deckeln mit starken zusammengeschrobenen, eisernen Bändern umlegt hatte, damit die erhitzten Wasserdämpfe ihn nicht zersprengten. Die Deckplatte hatte drey Oeffnungen; die erste diente, um Wasser in den Topf zu gießen, und wurde mit einer Schlußschraube fest verschlossen; die zweyte, in der Mitte des Deckels, enthielt eine kupferne Röhre, die bis in das Wasser des Topfes hinabreichte, und worin Wasser, Oehl, Quecksilber, oder eine andere Flüssigkeit gegossen, und dann das Thermometer gesetzt wurde, mittelst dessen man die Hitze des Dampfes maß. In der dritten Oeffnung befand sich Ziegler's Elektrometer; eine gläserne cylindrische Flasche, in die er gewöhnlich Quecksilber goß, und in welche eine eiserne Röhre bis nahe an den Boden hinabhing, an welche sich oben eine Glasröhre luftdicht anschloß. Durch eine Seiten-

*) Specimen physico-chemicum de digestore Papiniani, eius structura, primitias experimentorum nouorum circa fluidorum a calore rarefactionem et vaporum elasticitatem exhibens.

Seitenöffnung im obern Theile der Flasche trat der Dampf aus dem Papinianischen Topfe frey über die Quecksilberfläche, und trieb, so wie die Expansivkraft desselben zunahm, das Quecksilber in die Glasröhre höher hinauf. Diese Vorrichtung nennt Ziegler sein **physikalisches Elaterometer**, und bediente sich derselben bey niedrigen Graden der Expansivkraft des Dampfes. Bey höhern Graden versah er die Oeffnung der Flasche, statt mit einer eisernen Röhre, mit einer genau darauf passenden Deckplatte, auf der er, vermöge einer Schnellwage, einen gegebenen Druck anbrachte. So wie die Expansivkraft des Dampfes über diesen Druck hinaus stieg, schnellte die Wage in die Höhe. Diese Vorrichtung nennt er sein **mechanisches Elaterometer**. Des Herrn Ziegler's Dampfmesser bleiben besonders dieserwegen immer noch merkwürdig, weil die neuern Vorrichtungen dieser Art im Wesentlichen mit dessen physikalischen Elaterometer übereinstimmen.

Zwanzig Jahre nach Ziegler unternahm es der Herr **von Betancourt**, ohne von Ziegler's Bemühungen etwas zu wissen, eine neue Einrichtung des Dampfmessers zu erfinden *). Auch dieser machte seinen Dampfmesser aus Kupfer in Gestalt einer Kugel, die birnförmig ausläuft, und brachte in der Deckplatte drey Oeffnungen an; die eine für das hineinzugießende Wasser, mit einer festen Schwanzschraube; die zweyte im Mittelpunkte der Deckplatte, in welche ein Thermometer festgekittet wurde, so daß die Kugel 2 Zoll über dem Boden hing; und die dritte, in welche das offene Ende der gläsernen Barometerröhre dampfdicht befestiget wurde. Von der Dampfdecke ab ging diese Röhre erst einige Zoll weit senkrecht in die Höhe, dann eben so weit horizontal, und darauf 30 Zoll tief senkrecht herab. Hier erweiterte sie sich in ein cylindrisches Gefäß, von dessen Boden ab sie sich wieder aufwärts krümmte, und nun 110 Zoll weit senkrecht in die Höhe stieg. Eine bewegliche Skale,

 die

*) Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de l'esprit du vin a Paris 1790.

die sich längs der Röhre herauf und herab schieben ließ, zeigte ganze pariser Zoll und zwanzigstel Zoll. Die herabgehende und das unterste Stück heraufgehende Röhre wurden mit Quecksilber gefüllt, das obere Ende der langen Röhre zugeschmolzen, und hier eine torricellische Leere hervorgebracht. Um auch den Topf oder die Kugel luftleer zu machen, war im Halse desselben, an der Seite, eine kupferne Röhre mit einem Hahne angebracht, mittelst deren er sich mit dem Recipienten einer Luftpumpe verbinden und auspumpen ließ, bis das Quecksilber im langen Schenkel nur um ein Paar Linien höher, als in dem herabgehenden Schenkel, stand. Wurde dann die Kugel über ein Feuer gesetzt, so preßte der sich entwickelnde Dampf das Quecksilber in die längere Röhre hinauf, wobey denn die Wärmegrade und die gleichzeitigen Quecksilberhöhen sorgfältig beobachtet wurden.

Der Herr Prof. Schmidt in Gießen suchte diesen Apparat des Herrn Betancourt dadurch zu verbessern, daß er statt der doppelten Barometerröhre, eine auf dem Deckel des Topfes stehende cylindrische eiserne Büchse, die größten Theils mit Quecksilber gefüllt ist, anbrachte. Durch ihre Bodenplatte und durch den Deckel des Topfes geht in einer Lederbüchse eine eiserne Röhre, fast bis an die Deckplatte der Quecksilberbüchse hinauf, welche die heißen Wasserdämpfe über das Quecksilber leitet, und durch eine Lederbüchse in der Deckplatte selbst steigt, fast vom Boden der Quecksilberbüchse an, eine lange, oben offene, und mit einer Skale versehene Barometerröhre senkrecht hinauf, in welche der Druck der Dämpfe das Quecksilber aus der eisernen Büchse in die Höhe treibt.

Herr Biker zu Rotterdam bemerkt, daß alle bisher angegebene Dampfmesser einigen Fehlern unterworfen wären. Was nähmlich Ziegler's Einrichtung betreffe, so habe 1) der Dampf keinen unmittelbaren Zutritt zur Thermometerkugel; die Hitze desselben müsse zuvor durch die kupferne Büchse und eine andere Flüssigkeit hindurchgehen, zeige sich daher am Thermometer immer zu geringe, und die Ausdehnung

des Dampfes bey zunehmender Wärme lasse sich deßhalb auf diese Art nicht genau messen; 2) enthalte der papinianische Topf noch Luft, mit dem der Dampf sich menge, und wobey er in gleichem Wärmegrade nicht zu einer so großen Expansivkraft, als ohne dieß, gelange.

Der Dampfmesser des Herrn Betancourt schien ihm diesen Fehler zu haben, daß der Dampf, ehe er mit dem Quecksilber in Berührung kommt, außerhalb des Dampfgefäßes durch eine zu lange Glasröhre gehe, und dadurch eine merkbare Abkühlung und Verminderung seiner Expansivkraft erleide. Auch glaubt er die Luft aus dem Kupfergefäße durch den Dampf selbst vollkommener, als mittelst einer Luftpumpe, austreiben zu können. Selbst bey der verbesserten Einrichtung dieses Apparats durch Herrn Schmidt glaubt Biker, daß der Dampf, ehe er noch die Quecksilberfläche erreicht, auf die er drucke, beträchtlich an Wärme, und mithin an Expansivkraft, verlieren müsse.

Dieß und noch andere Umstände veranlaßten daher dem Herrn Biker auf die Ausführung einer neuen Dampfmaschine zu denken. Die Einrichtung derselben ist folgende: An den Rand eines eisernen mit Herd und Aschenloch versehenen Ofens sind Ansätze befestiget, in welchen ein Kessel oder Topf, aus $\frac{3}{10}$ Zoll dickem Kupfer, inwendig 11 Zoll hoch und 10 Zoll weit hängt. Zwischen diesen und dem Ofen bleibt so viel Raum, daß die Flamme den Kessel umspielen kann. Der Deckel des Kessels ist noch ein Mahl so dick, als dieser, und durch feste Schrauben unweit des Umfanges auf eine zwischen beyde gelegte Bleyscheibe dampfdicht angedrückt. Ueber dieß enthält der Deckel 5 Oeffnungen. In der im Mittelpunkte ist auf dazwischen befindlichem Bley, der Fuß einer kupfernen Röhre, oder des so genannten Dampfcylinders, welcher einen Hahn enthält, fest geschraubt. Dieser Hahn ist doppelt durchbohrt, und durch ihn läßt sich die Röhre mit dem Kessel oder mit der äußern Luft in Verbindung setzen. Auch läßt er sich so drehen, daß er dem Dampfe oder der Luft aus dem Kessel den

Ausgang ins Freye gewährt, um den Kessel, vor Anfang der Versuche, luftleer zu machen. Wenn man die Deckplatte der Röhre abschraubt, läßt sich in ihr ein dampfdicht schließender Kolben anbringen, an dessen Kolbenstange zuoberst eine Messingscheibe, etwas größer als der Querschnitt des Cylinders, gelöthet ist. Auf sie legt man beliebige Gewichte, von 30 Pfund und mehr, welche der Dampf durch seine Expansivkraft hebt. Zum Behufe dieser Art von Versuchen dient auch eine kleine mit einem Hahne versehene Röhre, welche aus dem Dampfcylinder hervortritt, und auf die sich eine kleine Spritze aufschrauben läßt. Ist das Gewicht gehoben, so dreht man den Hahn des Dampfcylinders so, daß er die Gemeinschaft mit dem Kessel aufhebt, und die Röhre mit der äußern Luft in Verbindung setzt, und spritzt dann Wasser in die Röhre. Dieses condensirt die Dämpfe, und läuft, während das Gewicht wieder herabsinkt, durch die Oeffnung im Hahne ab.

Die zweyte Oeffnung des Deckels dient, den Kessel mit Wasser zu füllen, bis zu beliebigen Höhen, die man an einem Zollstabe, der hineingesteckt wird, abnimmt. In diese Oeffnung läßt sich eine mit einem Hahne versehene Röhre über einem Bleyringe dampfdicht einschrauben, in welche eine zweyte horizontale Röhre paßt, durch die der Kessel mit dem Recipienten einer Luftpumpe in Verbindung zu setzen, und die Luft aus ihm auszupumpen ist. Statt jener Röhre kann man auch ein Sicherungsventil in die Oeffnung einschrauben, welches aus einem Kegelventil besteht, dessen Conus durch einen darauf stehenden Stift mit einem kleinen horizontalliegenden einarmigen Hebel, unweit dessen Drehpunkt, verbunden ist, und durch Gewichte, die ans Ende des Hebels angehängt werden, sich mit beliebiger Stärke andrucken läßt. Uebersteigt die Expansivkraft der erhitzten Dämpfe den Grad, der diesem Drucke entspricht, so wirft der Dampf den Conus in die Höhe, und die Dämpfe, die sonst Theile des Apparats sprengen könnten, entweichen durch dieses Ventil.

In

In der dritten Oeffnung des Deckels ist ein Thermometer mit Fahrenh. Skale angebracht, dessen Kugel 4 Zoll tief in den Topf hinab, und je nachdem dieser mehr oder weniger gefüllt ist, in Wasser oder Dampf hängt.

In der vierten Oeffnung ist die über 110 Zoll lange, oben luftleere Barometerröhre befestigt, welche durch einen eisernen, den Cylinder zu oberst umfassenden Arme zugleich mit ihrer Skale in senkrechter Lage erhalten wird. Die Skale ist in Zehntel Rheinl. Zolle abgetheilt. Das Thermometer und Barometer sind in diese Oeffnungen, auf die von Prony angegebene Art, dampfdicht eingesetzt. Das untere offene Ende der Barometerröhre geht bis nahe an den Boden eines eisernen Behälters hinab, welches unter einem Deckel angebracht ist, in der Tiefe 5 Zoll und in der Weite 2½ Zoll hält, und Quecksilber genug faßt, um damit die ganze Barometerröhre füllen zu können. Durch eine Oeffnung im Halse des Behälters hat der Dampf des Kessels freyen Zutritt über die Quecksilberfläche. Zu oberst geht aus diesem Behälter eine Nebenröhre ab, und tritt durch die fünfte Oeffnung des Deckels auf dem Kessel hervor. Das Stück oberhalb des Deckels ist mit einem in einem rechten Winkel durchbohrten Hahne versehen, mittelst dessen sich das Innere des Kessels mit der äußern Luft in Verbindung setzen läßt, so daß durch ihn die Luft aus dem Kessel, welche durch die Oeffnung im Halse des Behälters in selbigen eintritt, oder auch der Dampf, wenn er allzu heiß und zu stark expandiret wird, entweichen kann. Dieser Hahn vertritt daher einiger Maßen die Stelle eines Sicherungsventils.

Bey den Versuchen, welche die Herren Biker und Rouppe mit diesem Dampfmesser anstellten, wurde, nachdem der Kessel bis auf die bestimmte Höhe mit Wasser gefüllt war, zuerst die Luft aus demselben mittelst einer Luftpumpe so viel als möglich ausgepumpt. Dann wurde ein kleines Feuer unter dem Kessel gemacht, um das Wasser darin allmählich zu erwärmen und zum Kochen zu bringen.

So wie das Thermometer den Siedpunkt, und das Quecksilber in der langen Röhre zugleich die Barometerröhre erreicht hatten, wurde das Feuer ausgedampft, da sich dann nach dem Erkalten aus dem Stande der Barometerprobe der Luftpumpe abnehmen ließ, ob auch der ganze Apparat völlig luftdicht schloß. War dieß der Fall, so wurde nun das Feuer wieder angemacht, und während der eine Beobachter sich ans Thermometer stellte, und die steigenden Wärmegrade angab, beobachtete der andere die gleichzeitigen Quecksilberhöhen in der Barometerröhre nach Zollen und Linien, welche sogleich in eine vorläufig dazu eingerichtete Tabelle aufgezeichnet wurden.

Sie hatten die Versuche mit verschiedenen Wassermengen im Topfe oder Kessel angestellt, und zwar mit allen Wasserhöhen, von 1 bis 10 Zollen, indeß der Topf selbst eine Tiefe von 11 Zollen hatte. In den Resultaten derselben fanden für einerley Wärme keine Unterschiede von Belang Statt, so daß die größere oder geringere Wassermenge im Gefäße keinen Einfluß auf den Versuch zu haben, und nichts zur Expansivkraft des Wasserdampfes bey gegebener Hitze beyzutragen scheint. Nur schienen, wenn der Kessel mehr mit Wasser gefüllt war, die Stöße schwächer zu seyn, oder ganz zu fehlen, die man sonst zu Anfang des Kochens hört; wahrscheinlich weil dann der luftleere Raum über dem Wasser geringer ist, und sich schneller mit Dämpfen füllt, die durch ihren Druck das Aufsteigen des Dampfes in großen Blasen verhindern.

Elektricität. (Zus. zur S. 861. Thl. I.) Der Herr Prof. Heller *) zu Fulda hat einige Beobachtungen über das Verhalten trockener und feuchter Luft bey elektrischen Erscheinungen angestellt, welche hier einiger Erwähnung verdienen. Der Apparat zu diesen Beobachtungen war folgender: auf einem vertikalen Glasfuße c liegt horizontal ein Messingstäbchen ab (fig. 23.), das an beyden Enden Knöpfe

*) Gren's neues Journ. d. Phys. B. II. S. 397 ꝛc.

Knöpfe hat. An einem dieser Knöpfe hängen an leinenen Fäden zwey Hollundermarkkügelchen g e herab. Um das Messingstäbchen zu elektrisiren, bediente er sich einer Röhre h, und zwar einer Glasröhre, welche an einem amalgamirten, ledernen, mit Haaren ausgestopften Küssen; und einer mit in Weingeist aufgelöseten Siegellack überzogenen Röhre, welche an einem Stücke Flanell gerieben wird. Divergiren die Faden durch eine Art von Elektricität, die man nicht kennte, so wird sie positiv oder negativ seyn, wenn die Fäden von der geriebenen Glasröhre oder Siegellackstange, die man ihr behuthsam nähert, wegfliehen; dagegen werden sie die ungleichnahmige Elektricität besitzen, wenn sie sich einer von beyden nähern. Die Feuchtigkeit der Luft maß er mit einem Hygrometer. Das Quecksilber fällt in den Federkiel abwärts, wenn die Feuchtigkeit zunimmt und umgekehrt.

Im Frühlinge 1794. herrschte eine lange Zeit sehr feuchtes Wetter. Durch Zufall berührte er vorgenanntes Messingstäbchen in seiner Mitte mit der geriebenen Glasröhre; die Fäden divergirten, fielen aber auch kurz darauf wieder zusammen. Als er hierauf die Glasröhre von den Stäbchen entfernte, so divergirten die Fäden zum zweyten Mahle. Eben dieß erfolgte, wenn er die geriebene Siegellackstange applicirte. Bey der Untersuchung der Art der Elektricität ergab es sich, daß im erstern Falle die wenige Divarication negative, im zweyten aber positive Elektricität zeigte. Es schien ihm daher der Mühe werth, diese Beobachtung täglich zu wiederhohlen, und mit dem Stande des Hygrometers zu vergleichen. Der vorbenannte kleine Apparat wurde also in ein gegen Norden gelegenes Zimmer gebracht, vor dessen Fenster das Hygrometer hing.

Die Methode war diese. Vor dem Versuche wurde der Stand des Hygrometers bemerkt. Die einzelnen Grade desselben waren auf besondere Papiere gebracht, um die correspondirenden Erscheinungen des Versuchs beschreiben zu können. Die Glas- oder Siegellackröhre wurde hinlänglich

länglich gerieben und dann an die Mitte des Messingstäbchens gehalten. Er beobachtete nun, ob eine erste Divarication erfolgte, und ob sie dauernd oder vorübergehend war. Hierauf wurde die Röhre weggezogen, um zu sehen, ob eine zweyte ungleichnahmige Divarication erfolge oder nicht.

In der Folge bemerkte er auch, daß, wenn eine zweyte Divarication erfolgte, dieselbe oft größer oder kleiner als die erste war. Diesen Unterschied hätte er gern durch ein Maß der jedesmahligen Divarication zu bestimmen gewünscht; allein er mußte sich mit dem Augenmaße behelfen.

Die Resultate seiner Beobachtungen sind folgende: Bey einer Trockenheit der Luft, die sich dem 45° seines Hygrometers näherte, hatte keine zweyte Divarication Statt. Ueber 45° war er gewiß, keine zu erhalten. Nachdem er bis zu 58° beobachtet hatte, setzte er den Versuch nicht weiter fort, weil er immer nur eine einzige Divarication erwarten mußte: diese war dauernd und groß.

Von 40° bis gegen 26° des Hygrometers wechselten die eine und die zwey Divaricationen ab; letztere wurden immer häufiger, je tiefer der Grad wurde.

Endlich, bey einer Feuchtigkeit unter 20°, war weder die erste Divarication noch die zweyte zu sehen, sondern die Elektricität zerstreuete sich augenblicklich.

In der Epoche der zwey Divaricationen war es angenehm zu bemerken, wie die Größe der zweyten Divarication mit der Anzeige des Hygrometers correspondirend war; nämlich, wenn die zweyte Divarication zu einer Stunde des Tages größer als zu einer andern war, so hatte die Feuchtigkeit der Luft zugenommen und umgekehrt. Durch eine kleine Uebung brachte er es dahin, diese Zunahme der Feuchtigkeit bloß aus der Beobachtung der Größe der zweyten Divarication mit Gewißheit voraus zu sagen.

Der Bürger Guyton *) hat eine Reihe Diamanten sowohl auf Glas als auf Harz isolirt, und sich ihrer zum laden

*) Voigt's Magazin, B. I. St. 4. S. 128.

Laden und Entladen einer kleistischen Flasche bedient. Er fand, daß sowohl die Ladung als Entladung sehr langsam und schwach geschah. Es ist bekannt, daß die Bestandtheile des Diamants denen der Kohle sehr analog sind; da nun die Kohle ein so vorzüglich guter Leiter der Elektricität, der Diamant hingegen nach diesem Versuche dieses nicht ist, übrigens auch kein vollkommener Nichtleiter oder isolirender Körper genannt werden kann, so wäre es der Mühe werth, dem Grunde dieser Verschiedenheit noch nachzuspüren.

Der Herr van Marum a) hat theils aus eigener Bewegung, theils auf Veranlassung anderer Physiker verschiedene elektrische Versuche angestellt, deren Resultate kürzlich angeführt werden sollen. Am bloßen Conduktor wurden 1) Versuche über die Wirkung der Elektricität auf den Gang des Pulses angestellt. Van Marum glaubte durch seine frühern Versuche entschieden zu haben, daß die Elektricität an sich nie den Puls vermehre. Da sich aber doch noch Zweifel darüber erhoben hatten, welche besonders durch eine Abhandlung der Herren van Troostwyk und Deimann noch mehr unterstützt worden waren, so hielt er es nicht für überflüssig, in einer für die medicinische Elektricität so wichtigen Sache, die Versuche noch ein Mahl, und zwar ganz nach der Methode jener Physiker, vorzunehmen. Es wurden hierzu 11 Personen gewählt, und bey jeder der Versuch 4 Mahl, sowohl mit positiver als negativer Elektricität wiederhohlt. Diese waren in einem Zimmer, welches so weit von dem der Maschine war, daß man nicht einmahl das Drehen derselben hören konnte, isolirt, und es wurden ihnen sowohl wenn die Maschine im Gange war, als wenn sie ruhete, der Puls gefühlt und das Zählen der Schläge von einem besondern Beobachter an einer guten Uhr gezählt. Es zeigten sich nun zwar hierbey in einzelnen Fällen einige Schläge mehr, im Ganzen aber befand sich doch kein beträchtlicher Zuwachs. Ueberhaupt

a) Tweede Vervolg der Proefneemingen gedaan met Teyler's El. Machs. Haarl. 1795. 4.

haupt aber wurde viel Unregelmäßigkeit im Pulse, sowohl während des Elektrisirens als während der Ruhe der Maschine, beobachtet.

2) **Ueber die Zunahme der unmerklichen Ausdünstung bey dem Elektrisiren.** Herr v. Marum bediente sich hierzu einer genauen Wage, deren eine Schale durch seidene Schnüre isolirt war. Auf diese setzte er einen 8jährigen Knaben, der mit dem Conduktor in Verbindung war und brachte die Wage ins Gleichgewicht. Er beobachtete den durch die Ausdünstung entstandenen Gewichtsverlust vor dem Elektrisiren ½ Stunde lang, und dieser betrug 280 Gran. Nun wurde die Maschine ½ Stunde gedreht, und der Verlust war 295 Gr. Bey einem ähnlichen Versuche an einem andern Tage war der Gewichtsverlust vor dem Elektrisiren 330 und bey demselben nur 310 Gr. Ein Mädchen von 7 Jahren verlor unelektrisirt 180, elektrisirt 165 Gr. Ein Knabe von 8½ Jahren unelektrisirt 430, elektrisirt 290. Noch ein anderer von 9 Jahren unelekt. 170, elektris. 240. Da dieser letzte sehr ruhig beym Versuche war, so schien es, als ob die Vermehrung Folge der Elektricität wäre, und es wurden deßhalb die Versuche mehrmahls mit ihm wiederhohlt, da waren dann die Resultate im unelektr. Zustande 550, im elektr. 390, ein ander Mahl 330 und 270 u. s. w. Aus den meisten Versuchen schien also eine Verminderung zu folgen.

3) **Ueber die Reitzbarkeit der Pflanzengefäße, als die Ursache des Aufsteigens und der Bewegung ihres Saftes.** Das Resultat davon war, daß die Reitzbarkeit gänzlich gestört wurde, und kein Saft mehr ausfloß, wenn die Stängel der Gewächse zerschnitten wurden.

4) **Ueber das Daseyn des Wärmestoffs in der elektrischen Materie.** Herr van Marum ließ einen Conduktor von gar dünnen Messingblech 5 Zoll weit und 11 Zoll lang, in der Mitte mit einer Vertiefung verfertigen, worin er die Kugel eines empfindlichen Thermometers setzte und ihn an seidenen Schnüren neben dem Conduktor der

großen

großen Maschine aufhing. Es zeigte sich aber weder bey positiver noch negativer Elektricität die geringste Erhebung der Thermometersäule. Da die Kohle ein so guter Leiter ist, so brachte er die Thermometerkapsel in eine Grube derselben, aber auch hier zeigte sich keine Wärme. Es kann also wohl nur von der großen Geschwindigkeit, womit die elektrische Materie durch die Körper geht, die sie schmelzt oder entzündet, und von der dadurch entstehenden Reibung herrühren, daß sich solche Wärmeprodukte zeigen. Läßt man einen elektrischen Strom auf die Thermometerkugel gehen, so steigt, wie Adams gefunden und Herr van Marum bestätiget, das Thermometer von 80° Fahrenh. bis 100 und darüber. Allein dieser Versuch kann dieserwegen noch nicht für einen Beweis des Daseyns von Wärmestoff in der elektrischen Materie gelten, da Cavendish gefunden hat, daß die elektrischen Ströme die atmosphärische Luft zersetzen, wodurch also auch hier etwas Wärmestoff aus derselben könnte ausgeschieden worden seyn. Um diesen Gedanken zu prüfen, brachte v. Marum ein Thermometer in einem Recipienten zwischen ein Paar Leiter, verdünnte die Luft und ließ elektrische Ströme über die Kugel hinfahren. Jetzt stieg aber das Thermometer noch höher als in der gewöhnlichen Luft, nämlich bis 120°. Die Luft war bis $\frac{1}{80}$ verdünnt worden. Um noch sicherer zu gehen, stellte er den Versuch auch in eben so stark verdünnter Lebensluft und Stickstoffluft an, aber in jedem Falle stieg das Quecksilber eben so beträchtlich wie vorher. Einen andern Beweis von jener Meinung glaubt van Marum darin zu finden, daß er versuchte, ob die elektrische Materie die tropfbaren Flüssigkeiten in expansible verwandeln könne; denn da man bey allen solchen Flüssigkeiten ihre Elasticität in der Beymischung des Wärmestoffs sucht, so läßt sich auch hinwiederum schließen, daß daselbst müsse Wärmestoff vorhanden gewesen seyn. Priestley hatte schon Vitrioläther durch elektrische Funken in brennbares Gas verwandelt, und wollte auch aus Terpentinöhl, Weingeist, Ammo-

Ammoniak dergleichen erhalten haben; allein v. **Marum** erzielt aus diesen Stoffen nur sehr wenig Gas, obgleich seine Maschine weit stärker wirkte, auch wurde das Wenige bald wieder verschluckt, und glaubte deßhalb, daß diese Luft durch die Elektricität mehr aus den Stoffen ausgetrieben als durch dieselbe aus ihren Bestandtheilen bereitet worden sey. Bloß beym Aether und Ammoniak war die Menge größer; allein da diese Stoffe sehr flüchtig sind, so konnte man nicht sicher seyn, daß die Luft aus dem Wärmestoff der elektrischen Materie bereitet worden sey. Da nun verschiedene Flüssigkeiten bloß vom Druck der Atmosphäre ihre Tropfbarkeit erhalten, so fiel Herr v. **Marum** auf den Gedanken, die Versuche mit andern Flüssigkeiten im luftleeren Raume anzustellen, weil hier eine sehr geringe Menge Wärmestoff schon Luft erzeugen könne. Er bediente sich hierzu des torricellischen Raumes, und ließ in verschiedenen Barometerröhren von ½ Zoll im Durchmesser oberhalb Drähte von Platina einschmelzen, kehrte hernach die Röhre um und füllte sie so weit voll Quecksilber, daß sie nur noch ½ Zoll leer blieb. In diesen Raum brachte er die Flüssigkeit, durch welche die elektrischen Funken schlagen sollten, hielt dann die Oeffnung zu und kehrte die Röhre wieder um, damit die Flüssigkeit in den obern Raum hinauf steige. Der leere Raum selbst hatte eine Länge von etlichen Zollen, welche ihm die vortheilhafteste zu seyn schien. Die Röhre hielt er hernach wie ein Standbarometer in vertikaler Stellung in einem Gefäße mit Quecksilber fest. Auf die Röhre setzte er eine Kugel von 3 Zoll im Durchmesser und ließ die Conduktorfunken darauf fallen. Das Quecksilber in der Röhre war ebenfalls durch einen Draht mit einer isolirten Kugel in Verbindung.

Die erstern Versuche wurden mit dem durch Kochen und Auspumpen sorgfältig von Luft gereinigten Wasser angestellt. So wie die Funken durch den leeren Raum auf das Wasser schlugen, zeigte sich sogleich eine ansehnliche Menge erzeugter Luft, so daß nach 3 Minuten das Quecksilber um

1½ Zoll

1½ Zoll gefallen war. In den 5 folgenden Minuten fiel das Quecksilber nicht weiter als noch ¼ Zoll, und dann hörte das Entstehen der Luft gänzlich auf. Nach 3 Tagen war die erzeugte Luft noch nicht im mindesten verringert. Bey einem ähnlichen Versuche entstand eine solche Menge Luft, daß in 4 Minuten das Quecksilber 3 Zoll 4 Linien fiel; allein am andern Tage hatte sie sich um 1 Zoll 8 Linien vermindert, die übrige aber behielt ihre Elasticität beständig.

Bey einem Versuche mit Alkohol entstand eine so übermäßige Menge Luft, daß anfangs das Quecksilber bey jedem Funken fast ½ Zoll fiel. Die Lufterzeugung nahm aber in dem Maße ab, wie das Quecksilber gefallen war. Ein Paar ähnliche Versuche gaben noch auffallendere Resultate, die übrigens den vorigen ähnlich waren. Bey einem Versuche mit ätzendem Ammoniakgas erzeugte sich in 5 Minuten eine Luftsäule von 21 Zollen. Das kohlensaure Ammoniak lieferte eine Säule von 18 Zoll und der Kampher eine von 6½ Zoll in eben der Zeit.

Die Luft aus dem Alkohol war nach der Prüfung eine reine brennbare; die aus dem Kampher beynahe eben so ungemischt; die aus den beyden Ammoniakarten aber bestand aus brennbarer mit Stickluft gemischt. Man sieht hieraus, daß die Elektricität die beyden Bestandtheile des Ammoniaks, den Wasserstoff und Stickstoff, von einander abgesondert habe. Van Marum glaubte, daß auch die aus dem Wasser bereitete aus Sauer- und Wasserstoffluft bestehen werde, und wollte sie deßhalb anzünden, allein dieß ging nicht; er verdichtete die erhaltene Luft fast so stark wie die atmosphärische, indem er die Barometerröhre in eine weitere mit Quecksilber gefüllte einsenkte; allein es erfolgte dessen ungeachtet nicht eher eine Entzündung, als bis etwas Sauerstoffgas oder atmosphärische Luft hinzugelassen worden war. Hieraus läßt sich also schließen, daß bloß brennbare Luft aus dem Wasser erhalten worden war, und v. Marum kann nicht läugnen, daß es etwas schwer zu erklären sey, wo der andere Bestandtheil des Wassers, der Sauerstoff, hingekommen sey. Warum, fragt

er, hat sich derselbe nicht ebenfalls mit dem Wärmestoffe aus der elektrischen Materie zu Sauerstoffgas gebildet? Allein, sagt er, es könne seyn, daß diese letztere Bildung viel schwerer halte, als die erstere, und da aus frühern Versuchen bekannt war, daß der elektrische Funke das Sauerstoffgas zersetzt: so könne sein Sauerstoff ins Quecksilber gegangen, und der Wärmestoff entwischt seyn; indessen ließ sich nichts von einer Verkalkung am Quecksilber bemerken.

Uebrigens haben alle die auf solche Art erzeugten Luftgattungen, bis auf einen Theil, der aus dem Wasser entstandenen, ihre Elasticität völlig beybehalten, denn selbst nach Verlauf eines Jahres war in ihren anfänglichen Röhren noch keine Veränderung zu bemerken, ob sie gleich die Dichte der atmosphärischen Luft erhalten hatten. Die Elektricität hat also bey diesen Versuchen eben das bewirkt, was man sonst dem Wärmestoff zuschreibt, und sie scheinen also zu beweisen, daß Wärmestoff in der elektrischen Flüssigkeit sey. Außerdem scheint noch eine andere Substanz im elektrischen Funken gebunden zu seyn, die ihn verhindert, die Körper zu erhitzen, durch welche er fährt. Ob diese andere Substanz vielleicht der Lichtstoff sey, bleibt vor jetzt unentschieden.

5) **Prüfungsversuche, ob es möglich sey, einige Substanzen durch den elektrischen Funken zu zersetzen, oder sie merklich zu verändern.** Er nahm hierzu Röhren von 13 bis 14 Zoll lang und 3 bis 4 Linien breit. Das eine Ende war verschlossen und ein Platinadraht eingeschmolzen. Wenn der zu untersuchende Körper Quecksilber vertrug, so füllte er die Röhren damit, und ließ den Körper so weit hinein, daß er ungefähr 1 Zoll hoch über dem Quecksilber schwamm. Ueber den Körper wurde noch ein Zoll hoch Luft eingelassen, damit die Funken mit desto größerer Spannung auf denselben schlagen möchten; denn die Erfahrung hatte ihn gelehrt, daß die Erschütterungen eine Hauptsache bey solchen Versuchen ausmachten. Indessen durfte er hier keine atmosphärische Luft nehmen, da sich dieselbe zersetzt

setzt und Salpetersäure gibt, die sich dann mit dem erhaltenen Produkte vermengt. Am schicklichsten war Lebensluft und Stickluft. Bey solchen Stoffen, die das Quecksilber angreifen, wurde die ganze Röhre mit Säure gefüllt, und ein Draht von Platina unten hinaufgelassen: so, daß sein oberes Ende noch einen Zoll tief unter der Oberfläche der Säure stand. Dieser Draht diente hier, statt des Quecksilbers, als Ableiter.

Als er nun in diesen letzten Apparat Schwefelsäure brachte, und ¼ Stunde lang positive oder negative Funken darauf schlagen ließ, so zeigte sich keine Veränderung. Rauchender Salpetergeist gab in 5 Minuten eine Säule von 2 Zoll luftförmiger Flüssigkeit, allein nach ¼ Stunde war wenig davon mehr übrig. Die gewöhnliche Salpetersäure gab ½ Zoll Luft, die aber nach dem Elektrisiren eben so bald wieder verschwand.

Die rauchende und gewöhnliche Salzsäure verhielt sich völlig, wie die vorige. Die übersaure gab nicht das mindeste von Gas. Das kohlensaure Gewächsalkali oder das zerflossene Weinsteinsalz ¼ Stunde über Quecksilber mit Funken behandelt, erlitt keine Veränderung. Das kohlensaure flüchtige Alkali gab zwischen Quecksilber und Luft so viel Gas, daß die ganze Röhre damit angefüllt war. Auch war hier das Produkt theils brennbares, theils Stickgas.

Lackmustinktur röthete sie nicht, obgleich ½ Stunde lang Funken durchschlugen.

Volta hatte van Marum gebethen, Funken über geschmolzenen Salpeter schlagen zu lassen, um zu sehen, ob eine Verpuffung erfolge; es zeigte sich aber nichts, und nach dem Erkalten schien der Salpeter nicht im geringsten alkalisirt zu seyn.

Da sich beym Hornsilber der Sauerstoff im Sonnenlichte absondert, so hatte Priestley van Marum zuerst die Elektrisirung desselben vorgeschlagen; es war aber weder zwischen dem Quecksilber und Wasser, noch im torricellischen Raume etwas Luft davon zu erhalten.

Auflösungen von Silber, Kupfer, Eisen, Bley und Quecksilber in Salpetersäure, so wie von Gold und Zinn in Königswasser gaben in der Röhre mit dem Platinadraht nicht den mindesten Niederschlag. Beym Silber, Bley, Zinn und Quecksilber zeigte sich zwar etwas Luftförmiges, das aber nicht über ¼ Zoll einnahm, und gleich nach dem Versuche wieder verschluckt wurde.

6) **Versuche, welche zeigen: daß die Kohle Hydrogen enthält.** Diese Versuche wurden durch **Landriani** bey einem Besuche vom 10. Nov. 1788. veranlaßt. **Lavoisier's** Verbrennung der Kohle in Lebensluft hatte bloß bewiesen, daß die fixe Luft aus Kohle und Sauerstoffgas erzeugt werde, aber er hatte so wenig als irgend ein Antiphlogist, durch einen directen Versuch erwiesen, daß die Kohle oder die aus ihrer Verbrennung in Lebensluft erhaltene fixe Luft durchaus kein Wasser bey sich führe. Die fixe Luft wurde bey diesem Versuche aus einem Gemenge von trockenen und wohl degasirten Kohlenpulver und erhitzten rothen Präcipitat durch Feuer erhalten. Um alle Feuchtigkeit aus den Gefäßen zu bringen, wurden sie stark erhitzt, und sogar das Quecksilber, womit das Gefäß gesperrt wurde, ward ausgekocht. Um nun zu sehen, ob die erhaltene fixe Luft Wasser in sich habe oder nicht, so wurden starke Funken durchgelassen und Acht gegeben, ob sich Wasser erzeuge, und ein langer spiralförmiger Eisendraht von N. 11., der mit in den Apparat genommen wurde, verkalke. Die fixe Luft selbst nahm in der Röhre eine Länge von beynahe 4 Zoll 6½ Linien vor dem Elektrisiren ein, und der Durchmesser der Röhre war 7 Linien. Sobald nun die Funken hineingegangen waren, sahen die Experimentatoren mit Verwunderung, daß sich die Luftsäule allmählich erhob, und nach einer Elektrisirung von 16 Minuten nahm die Luft in der Röhre eine Länge von 5 Zoll 1 Linie ein, welches eine Vermehrung von fast $\frac{1}{10}$ des Ganzen gab. Sie wuschen nachher die fixe Luft in ätzendem Alkali, bis sich ihr Volumen nicht mehr verminderte, und wo der Rückstand 2 Zoll in eben der Röhre betrug. Als nachher

die

die Flamme eines Wachslichtes an die Oeffnung gehalten wurde, entzündete sich dieses elektrische Rückbleibsel, und deutete also auf ganz unvermengte brennbare Luft. Dieses Resultat stimmt nicht mit dem zusammen, als die Theorie lehrt, und man entschloß sich daher, den Versuch zu wiederhohlen. Hier nahm man wahr, daß sich einige Dämpfe an den obern Theil der Flasche, worin der Proceß vorgenommen ward, setzten, eben so wie in der Röhre, durch welche die producirte Luft strich. Beym ersten Blick glaubte man, daß es sublimirtes Quecksilber wäre, allein sogleich bildeten sich diese Dämpfe zu kleinen Wassertröpfchen, die immer größer wurden: so daß über die Wassererzeugung kein Zweifel blieb. Man brach die Reduktion ab, trocknete und erhitzte Alles abermahls aufs beste, allein bey Fortsetzung derselben erschienen die Tröpfchen aufs neue. Da nun dieß Wasser unmöglich von der Feuchtigkeit der Geräthschaften herkommen konnte: so scheint es bewiesen zu seyn, daß die Kohle nicht allein die Basis der Kohlensäure, sondern auch die der brennbaren Luft enthalte. Ob aber gleich diese Versuche die Existenz der brennbaren Luft in der Kohle zu beweisen scheinen: so darf man doch nicht glauben, daß diese brennbare Luft das Produciren der Metallkalke bewirke, indem sie weiter nichts zeigen, als daß die Kohle keine einfache Substanz sey; denn wäre sie das, so würde sie nicht Wasser erzeugen, sondern ganz still an den Kalk treten und ihn reduciren.

7) Als der Thurm zu Siena vom Wetterstrahle getroffen wurde, hatten mehrere Personen, außer dem gewöhnlichen elektrischen Licht, auch noch einen ordentlichen Lichtschweif deutlich an demselben bemerkt, und **Beccaria** hatte diese Erscheinung mit dem Nahmen der strahlenden Elektricität belegt, auch sich viel vergebliche Mühe gemacht, sie durch seine Maschine nachzumachen. **Landriani** veranlaßte **van Marum**, einen Versuch mit der großen Maschine darüber vorzunehmen. Beyde Physiker betrachteten diese strahlende Elektricität als eine Wirkung des Widerstandes, welche die Metalle dem Eindringen der elektrischen Materie

entgegen setzen, wenn sie zu wenig Durchmesser haben, und wo sich hernachmahls die nicht aufgenommene Materie nach den Seiten wirft. Es wurde deßhalb ein Eisendraht von Nro. 5., der $\frac{1}{78}$ Zoll im Durchmesser hatte, in eine solche Entfernung vom Conduktor der Maschine gesetzt, daß fast ununterbrochene Funken darauf schlugen. Hier sahe man, daß dieser dünne Draht, ungeachtet er völlig mit dem Ableiter in Verbindung stand, nach seiner ganzen Länge, beständig mit einem Strome von flammendem Licht bedeckt war, und daß dieses Licht aus kleinen Strahlen bestand, die von allen Seiten aus dem Draht ausfuhren. Je dünner die Drähte genommen wurden, desto breiter wurden die Lichtströme. Drähte von andern Metallen zeigten bey gleichen Durchmessern hierin keine Verschiedenheiten.

8) Um zu sehen, ob die **Ausdünstung der Pflanzen**, während man sie elektrisirte, **vermehrt werde**, wurden sie in ihren Aeschen isolirt, und mit dem positiven Conduktor in Verbindung gebracht. Nach $\frac{1}{4}$stündigem Elektrisiren zeigte sich der Gewichtsverlust durch die Ausdünstung bey einigen um $\frac{1}{4}$, bey andern um $\frac{1}{3}$ mehr, als im unelektrischen Zustande.

9) **Den Einfluß auf die Elektricität der empfindlichen Pflanzen** prüfte **van Marum** an der mimosa pudica. Es zeigte sich aber gar keine Wirkung daran.

10) **Veränderungen im Barometerstande** brachte die Elektrisirung nur alsdann und im geringsten Maße hervor, wenn die Barometer nicht waren ausgekocht worden.

11) **Volta** veranlaßte einen Versuch, **ob die Ausdünstung der Liquoren unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre durch die Elektricität vermehrt werde? v. Marum** setzte zuerst Wasser, Alkohol, Schwefeläther genau abgewogen in kleinen porcellanenen Schalen auf den Leiter und zugleich eben solche Quantitäten in einiger Entfernung von der Maschine. Nach einem halbstündigen Elektrisiren ließ sich noch nicht die mindeste Vermehrung wahrnehmen. Eben so wenig zeigte sich dieß bey etwas abgeänderten

derten Versuchen. Volta schlug noch ein Paar andere Versuche vor, ob sich elektrisirte Luft mehr mit Wasser anschwängere als unelektrisirte? und ob die Elektricität die atmosphärische Luft verdünne? Die Resultate von beyden fielen verneinend aus.

12) **Ueber Reduktionen der Metallkalke durch die Elektricität.** Mit Batteriefunken war dieses 1785. bewirkt. V. M. wollte nun auch sehen, ob dasselbe mit bloßen Conduktorfunken zu bewerkstelligen sey; ob bey jeder Reduktion Luft erzeugt worden, und von welcher Art dieselbe sey? Er bediente sich hierzu solcher Röhren, wie sie oben bey Nro. 5. sind beschrieben worden. Die Funken waren 3 Zoll lang. Wenige wurden fast augenblicklich reducirt, und es erzeugte sich zugleich binnen 20 Minuten etwa $\frac{3}{4}$ Cubikzoll Gas, wovon aber $\frac{1}{3}$ kohlensaures oder fixe Luft war. Der Ueberrest zeigte im Eudiometer nicht so viel Verminderung, als die atmosphärische Luft. Bleyweiß auf ähnliche Art behandelt, wurde im mindern Grade reducirt, auch erzeugte sich nicht so viel Luft, die übrigens eben so, wie die vorige, beschaffen war. Zinkkalk wurde nicht reducirt, und gab auch nach $\frac{1}{2}$stündigem Elektrisiren keine Luft. Eben so verhielt sich auch der Eisenkalk. Der durch Hitze bereitete Quecksilberkalk ward sehr geschwind, in Gestalt kleiner an den Wänden hängenden Kügelchen von schwärzlicher Farbe reducirt. Es hatte sich aber so wenig Luft erzeugt, daß sie nicht untersucht werden konnte.

13) **Prüfung der Luft in dem Saale, worin die Maschine in Wirksamkeit war.** Es wurde hierzu das Saussürische Elektrometer gebraucht, aber statt der Metallspitzen die Flamme eines Wachsstocks zum Aufnehmen der Elektricität, nach Volta's Erfahrung, gebraucht. Die Luft war in diesem Zimmer von mittelmäßiger Trockenheit, und man konnte bemerken, daß während 5 Minuten langem Elektrisiren die ganze Luft elektrisch war, da doch der Saal 60 Fuß lang, 30 breit und 40 hoch ist. Die Kügelchen entfernten sich an den entlegensten Orten über $\frac{1}{2}$ Zoll, der Conduktor

wurde positiv elektrisirt, und die Luft des Saals erhielt eben dieselbe Elektricität.

14) **Volta hatte geglaubt, daß die Stärke des Conduktors vergrößert werden könne, wenn man ihm mehr Länge gäbe.** Es zeigte sich aber bey den Versuchen das Gegentheil. Bey einem Leiter von 16 Fuß Länge und 4 Zoll Weite waren die Funken um 5 Zoll kürzer als beym gewöhnlichen; indessen schienen die Funken etwas mehr Stärke zu haben, folgten aber langsamer auf einander.

15) Bey einer Wiederhohlung der Versuche über die Erwärmung der Körper durch die Elektricität fiel **van Marum** darauf **die Funken durch Halbleiter gehen zu lassen,** um ihnen desto mehr Energie zu geben. Er setzte deßhalb hölzerne Stäbe von 1 Zoll Dicke und 11 Zoll lang zwischen die Auffangkugel des Conduktors und den Ableitungsdraht. Der Erfolg war erwünscht; denn nach 3 bis 4 Minuten Elektrisiren ward ein Stab von Rothtannen wirklich erwärmt, und ein Thermometer in einem Loche desselben stieg in 3 Minuten von 61 bis 88 Grad, nach 5 Minuten bis 112°. Da der Funke sehr oft unter der Oberfläche des Holzes durchschlug, so zerriß er es am Ende und schleuderte beständig Strahlen seitwärts, so daß er die Wirkungen des Blitzes nachahmte.

16) **Phosphor im torricellischen Raume elektrisiret** erzeugte ein Gas, das die Quecksilbersäule nach $\frac{1}{2}$ Stunde um 4 Zoll erniedrigte, wobey es dann blieb. Im finstern Zimmer zeigte sich die Elektricität grünlichgelb in diesem Raume. In der Mitte, wo der elektrische Strom stärker war, so wie an der Oberfläche des Phosphors zeigte sich der Strahl sehr lebhaft roth. Nach dem Durchgange des elektrischen Stroms erhielt sich das Licht nicht einen Augen-*, die erhaltene Luft aber behielt ihre Elasticität bis den en Tag. Sobald etwas atmosphärische Luft zugelassen zeigte sich sogleich der ganze Raum über dem Queckstand; es war also vermuthlich Phosphorgas erzeugt worden.

worden. Indessen war die Menge zu gering, als daß man hätte untersuchen können, ob es mit dem von Gengambre 1785 beschriebenen einerley sey.

17) **Versuche mit einer Batterie von 550 Quadratfuß Belegung.** Diese Batterie besteht aus 100 Flaschen, jede zu 12 Zoll im Durchmesser und 22 bis 23 Zoll Höhe. Sie sind bis auf 4 Zoll von ihrer Oeffnung belegt, und stehen in 4 gleich großen Kasten ½ Zoll weit von einander. Die Kisten selbst aber sind 5 Zoll von einander entfernt, und oben durch 4 messingerne Röhren, unten aber durch 4 Bleyplatten verbunden. In der mittelsten Flasche steht eine senkrechte Röhre mit einer Kugel von 6 Zoll Durchmesser und mit 24 Löchern versehen, worin die andern Flaschenröhren von 1 Zoll Durchmesser passen, die an ihrem untern Ende in die Kugeln auf jeder Fläche gehen. In den Flaschen selbst stehen hölzerne Stäbe auf Fußgestellen mit besondern Anhalten; auf diesen sind verschiedene Röhren angesteckt, so daß in den Flaschen nirgends etwas fest gekittet ist. Nachdem diese Batterie durch 98 Umdrehungen der Scheibe geladen war, wurde ein Eisendraht von Nro. 1., dessen Durchmesser $\frac{1}{40}$ Zoll betrug, 24½ Zoll lang, in lauter glühende Kügelchen weit herum zerstreuet. Aus Vergleichung mit ehemahligen Versuchen der Art ergab sich, daß diese Maschine durch Verbesserung ihrer Reibzeuge um 5fach war verstärkt worden. Herr **van Marum** hielt das Schmelzen eines Eisendrahts von bestimmter Dicke und Länge für das sicherste Mittel, die Stärke eines Batterieschlages zu erfahren. Als einmahl ein Schlag von eben der Ladung, wie vorhin, auf einen solchen Eisendraht von Nro. 1., aber 36 Zoll lang, gegeben wurde, glühete derselbe durch und durch: so daß er davon blau angelaufen und auf der Oberfläche leicht verkalkt war. Ein noch nie gesehenes Phänomen zeigte sich hier; es war nämlich im Moment der Entladung die ganze Oberfläche mit einem sehr lebhaften Lichte umgeben, das sich selbst bey hellem Tage sehr deutlich bemerken ließ, und in der Dunkelheit schien es mehr als 1 Zoll im Durchmesser

zu haben, auch war der Schlag hierbey viel stärker als jemahls.

Eine Entladung über Quarzdrusen hatte die Ecken und Spitzen sehr merklich abgerundet, und einige Theile des Steins selbst geschmolzen.

18) **Versuche mit derselben Batterie über die Todesursache der vom Blitze Erschlagenen.** Bekanntlich sieht man diese Todesursache als eine Beraubung der Reitzbarkeit der Muskelfasern an. Da nun bey elektrischen Schlägen bisher die Thiere nicht auf der Stelle ihr Leben verloren, sondern bloß gelähmt wurden, oder nur Convulsionen bekamen: so schien es noch zweifelhaft, ob die elektrische Erschütterung wirklich den Muskelfasern ihre Reitzbarkeit berauben könne. **Van M.** nahm deßhalb Aale, deren Glieder bekanntlich 3, 4 bis 6 Stunden, wenn ihnen der Kopf abgehauen worden, noch Reitzbarkeit zeigen. Seine Aale waren 1½ Fuß lang, und der Schlag ging durch den ganzen Körper. Sie wurden dadurch im Augenblick getödtet, und zeigten nicht die mindeste Bewegung mehr; es wurde sogleich die Haut abgenommen, und durch Kneipen, Stechen u. dgl. untersucht, ob noch Reitzbarkeit übrig sey. Aber es fand sich keine Spur davon, auch zeigte sich nichts, als man ziemlich starke elektrische Funken auf diese Theile schlagen ließ. Eben so wenig wirkten die angreifendsten Salze. Wenn der Schlag nur durch einzelne Theile geführt wurde, z. B. den Kopf, so verloren auch diese bloß ihre Reitzbarkeit, und die übrigen behielten sie vollkommen bey. Wurde der Kopf mit dem Schlage verschont, so wurden da auch bloß die übrigen Theile gelähmt. Auch mit Aalen von 3½ Fuß wurden diese Versuche mehrmahls mit gleichem Erfolge wiederhohlt. Wenn der Schlag bey großen Aalen durch den obern und vordern Theil des Kopfes ging, so behielten der Unterkiefer, so wie die Muskeln des Halses und Bauches, und selbst der untere Theil des Körpers nahe beym Bauche die Reitzbarkeit, mittelst sie bey den Rückenmuskeln völlig zerstört war. Aehnliche Wirkungen zeigten sich bey warm-

blütigen

blütigen Thieren, z. B. Kaninchen, mit weit kleinern Batterien. Da nun bey solchen Zerstörungen kein Blutumlauf weiter Statt finden kann: so ist dieser Umstand unstreitig die Ursache des schnellen Todes bey den vom Blitz Getroffenen. Geht also der Schlag nicht durch die großen Arterien, so kann das Thier noch beym Leben bleiben, wenn nur nicht das kleinere Hirn und Rückenmark zugleich verletzt ist.

19) **Wirkungen solcher Batterieschläge auf Bäume.** **Nairne** hatte schon 1773. solche Versuche mit verschiedenen Pflanzen, besonders Myrthen und Lorbeerbäumen, angestellt. **V. Marum** nahm zu seinen Versuchen weit lebhaftere Bäume, z. B. den jungen Stamm eines gemeinen Weidenbaums, und zwar in der Mitte des Aprills 1791., wo sie frische Zweige treiben wollten. Bey zweyen derselben von 8 Fuß Länge leitete er den Schlag mitten durch, 15 Zoll lang, und bey zwey andern durch ihre Kronen. Nach den Versuchen wurden diese Stämme gepflanzt, aber die Theile, wodurch die elektrische Materie gegangen war, trieben keine Zweige. Die obern Theile, durch welche der Schlag gegangen war, trieben zwar einige kleine Schößlinge etliche Tage lang, wiewohl viel langsamer, und starben bald ab. Die Nichtelektrisirten trieben Zweige wie die darneben gepflanzten nicht elektrisirten Stämme. Es waren also auch die Wirkungen von der Elektricität wie die vom Blitze.

20) **Versuche über die Blitzableiter.** Die ehemahligen Versuche des **van Marum** ließen ihn schließen, daß ein Bleystreifen einen 4 Mahl größern Querschnitt haben müsse, als eine eiserne Stange, wenn er dem Blitze auf gleiche Art widerstehen soll. Eine solche Stärke sey aber für den heftigen Blitz hinreichend. Ferner ergab sich, daß die kupfernen Leiter den eisernen gleich zu achten seyn, wenn ihr Querschnitt die Hälfte vom Querschnitt der eisernen beträgt; eben dieß ergab sich auch aus den Brookischen Versuchen; nach solchen kann auch ein Bleystreif von Dachrinnen 4 Zoll breit, und so dick, daß ein Quadratfuß davon 8 Pfund wiegt, nicht

vom

vom Blitz zerstört werden. Die mit der großen Batterie angestellten Versuche über die leitende Eigenschaft des Kupfers gaben sehr verschiedene Resultate. Da, wie oben bemerkt worden, durch eine Ladung von 98 Umdrehungen ein 36 Zoll langer Eisendraht von Nro 1. = $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser glühend wurde, aber nicht zerriß, so ließ van Marum eine gleiche Ladung durch einen kupfernen von $\frac{1}{75}$ Zoll Durchmesser gehen, und sah mit Erstaunen, daß dieser Draht in kleine Kügelchen zerschmelz. Ein anderer Kupferdraht von $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmesser zerriß an zwey Stellen von einer gleichen Ladung, ein dritter von $\frac{1}{35}$ Zoll blieb ganz. Die Ursache dieser Verschiedenheit lag nach genauerer Untersuchung in der verschiedenen Reinheit des Kupfers. Bey den letzten Versuchen waren die Drähte aus dem gemeinen verkäuflichen Kupfer, bey den vorigen hingegen waren dieselben aus einer Stange gereinigtem Kupfer gezogen worden, so wie man es zubereitet, wenn es mit Gold vermischt werden soll. Da nun die Blitzableiter aus gemeinem verkäuflichen Kupfer gemacht waren: so muß man sich bey Bestimmung ihrer Stärke nach den letztern Versuchen richten, und nach denselben müssen ihre Querschnitte halb so viel als die der eisernen betragen, wenn sie dem Blitz gleichen und hinlänglichen Widerstand leisten sollen. Bey allen werden übrigens gleiche Längen vorausgesetzt. Da man nun gefunden hat, daß die viereckten eisernen Stangen von der Dicke eines halben Zolles den stärksten Blitzen widerstehen können: so wird es bey kupfernen hinreichend seyn, wenn man bey ihnen die Seite zwischen 4 und 5 Linien nimmt. Van Marum band den Eisendraht, wodurch er die Entzündung gehen ließ, auf eine gewärmte tannene Latte, und diese wurde an den Stellen etwas verbrannt, wo sie die Enden des Drahts berührt hatten. Ein ander Mahl überband er den Draht mit Feuerschwamm, daß er fest anlag, und der Erfolg war, daß er sich nach seiner ganzen Länge entzündete. Deßhalb muß man die Blitzableiter, die an Holz oder Tauwerk abgeleitet werden, etwas stärker machen, als sonst wegen ihrer Zerstörung nöthig wäre.

Patter-

Patterson hatte zu der Auffangspitze das Reißbley empfohlen, weil dieses nicht vom Blitze geschmolzen werden sollte; allein die Entladung aus der großen Batterie zerstäubte das festeste Reißbley. Wollte man also die Blitzableiter spitzig machen, so müsse man mehrere Spitzen bey ihnen anbringen, damit, wenn einige geschmolzen werden, doch noch andere unverletzt übrig bleiben. Uebrigens hat sich schon aus den ehemahligen Versuchen ergeben, daß die spitzigen Leiter den Vorzug nicht vor den stumpfen verdienen, den man ihnen hat beylegen wollen.

21) Fortgesetzte Versuche über Metallverkalkungen; dießmahl von Halbmetallen. Da sich die Halbmetalle nicht zu feinem Drahte ziehen lassen, so wurden bloß dünne Blättchen davon zu den Versuchen genommen. Dieß gelang indessen nur mit Zink und Wismuth. Bey der Explosion sah man das Metall bloß als einen dicken Dampf in die Höhe fahren, und Spuren auf dem Papiere zurück lassen, aber in glühende Kügelchen ließen sie sich nicht verwandeln. Gereinigter und gepülverter Spießglanz in eine Linie gestreuet, wurde verkalkt und gab dabey solche Erscheinungen wie Zink und Wismuth; aber ein großer Theil zerstob, ehe er verkalkt ward. Einige Halbmetalle wurden mit so viel Zinn vermischt, daß Drähte von $\frac{1}{30}$ Zoll Durchmesser daraus gezogen werden konnten, z. B. $\frac{1}{3}$ Zink und $\frac{2}{3}$ Zinn; $\frac{1}{8}$ Kobalt und $\frac{8}{8}$ Zinn; $\frac{1}{25}$ Wismuth und $\frac{24}{25}$ Zinn. Beym Verkalken zeigte sich aber nichts Besonderes; sie erhoben sich immer in Dampf und machten auf dem Papiere Flecken wie ungemischte Metalle. Bey einem Platinadraht von $\frac{1}{75}$ Zoll Durchmesser, von Jeanety in Paris verfertigt, war die Schmelzung ungefähr so wie beym Silber. Es wurde auch die Platina in ein feines graulliches Pulver zerstreuet, das ungefähr solche Spuren auf dem Papiere zurück ließ, wie das Eisen.

22) Das so genannte Residuum nach der Explosion war bey einer Ladung von 5° doppelt so groß, als bey einer von 15°.

Nairne hatte gefunden, daß bey einer Batterie von 50 Quadratfuß Belegung leicht ein Glas zerbrochen würde, wenn man die Entladung mit einem zu kurzen Auslader vornähme, und er hielt eine Länge bey 135 Quadratfuß Belegung noch hinlänglich, aber nicht mehr bey 225 Fuß, und bey der großen von 550 Fuß war der Auslader von 18 Fuß noch nicht ganz hinreichend, indem doch noch zuweilen eine Flasche zerbrach. Indessen ging nie ein Glas zu Grunde, wenn die Mittheilung nicht durch den bey der Batterie befindlichen starken Messingdraht, sondern durch sehr dünne Metalldrähte, durch unvollkommene Leiter, Thiere u. dergl. geschah, wo der Strom mehr Widerstand antraf. Uebrigens ist bey Entladung großer Batterien noch nöthig, daß der Auslader den Strom vom Mittel der Batterie aufnimmt; denn wenn dieß von der einen Seite geschah, so zerbrach zwey Mahl hinter einander ein Glas auf der entgegengesetzten Seite bey einer Ladung von 20°. Brooke hatte angegeben, daß das Zerbrechen verhüthet werde, wenn man unter den metallenen Beleg noch einen papiernen brächte. Dieß hat van Marum richtig befunden, aber auch zugleich bemerkt, daß die Ladungen selbst dadurch geschwächt wurden.

Die Herren Paets von Troostwyk und Deimann hatten mit Hülfe Cuthberson's und mittelst eines Apparats, wie ihn van Marum oben Nro. 5. beschreibt, destillirtes Wasser, welches zuvor unter der Luftpumpe von aller anhängenden Luft möglichst befreyet war, den Einwirkungen wiederhohlter Schläge einer Kleistischen Flasche ausgesetzt. Bey jedem Schlage entwickelte sich aus dem Wasser in der Glasröhre etwas Luft, bis bey einem der Schläge diese Luft fast gänzlich wieder verschwand, und statt ihrer Wasser da war.

Herr Pearson *) bemerkt, daß man, um diesen Versuch nachzumachen, einer genauern Anweisung bedürfe, als diese Physiker gegeben haben, und daher möge es kommen, daß er in den 7 Jahren, seitdem er bekannt wurde, von niemand weiter bestätiget worden sey. Die 12 Zoll lange und

⅛ Zoll

*) Philos. Trans. for 1797. p. 142—158.

$\frac{1}{8}$ Zoll weite Glasröhre ist ganz mit destillirtem Wasser gefüllt, oben zugeschmolzen, unten offen, und steht in einem Gefäße mit Quecksilber. Die beyden Platinadrähte in ihr stehen $\frac{5}{8}$ Zoll von einander ab. Der untere ist mit der äußern Belegung einer Kleistischen Flasche von 1 Quadratfuß Belegung, die am Conduktor der Maschine steht, der obere mit einer Metallkugel verbunden, die in einer kleinen Entfernung von dem Conduktor gesetzt wird. Diese Entfernung muß so groß als möglich seyn, ohne daß die Schläge stark genug würden, die Glasröhren zu zersprengen. Hierauf beruht das Glücken dieses delikaten Versuchs.

Indessen entladet sich auf diese Art die Kleistische Flasche nie ganz, sondern es geht etwa nur die Hälfte der Ladung durch das Wasser, und das zwar mit sehr verminderter Geschwindigkeit. Die andere Hälfte bleibt in der Flasche. Ginge der Funken durch die Luft, statt durch Wasser: so würde die ganze Entladung erfolgen; ein Unterschied, der auf der verschiedenen Dichtigkeit, Elasticität und dem Leitungsvermögen beyder Mittel beruht; denn ist gleich Wasser in großen Massen ein guter, Luft nur ein schlechter Leiter: so ist doch eine so geringe Wassermenge, als hier in einer dünnen Glasröhre elektrisiret wird, nur ein sehr schlechter Leiter, wie das mit den besten Leitern der Fall ist. Erst ein Cubikfuß Wasser läßt die volle Ladung einer Flasche von 1 Quadratfuß Belegung durch; hier wurde aber kaum 0,00001 Cubikfuß Wasser gebraucht. **Pearson** nennt daher dieses die **Methode theilweiser Entladung**.

Herr **Cuthberson**, mit welchem er diese Versuche anstellte, bewirkte vollständige Entladungen dadurch, daß er eine 5 Zoll lange und $\frac{1}{8}$ Zoll weite Glasröhre auf eine ähnliche Messingröhre schmolz, bis in diese den Platinadraht hinableitete, und sie, mit Wasser gefüllt, in eine Schüssel mit Wasser setzte. Zwar entwickelte sich bey dieser Methode, wo das Wasser durch Wasser gesperrt, und vorzüglich geneigt war, atmosphärische Luft zu verschlucken, stets eine große Menge atmosphärischer Luft beym Elektrisiren, und es blieb

beym

beym Abbrennen durch den elektrischen Funken $\frac{3}{4}$ der ganzen Luftmasse unzerstört. Auch entstand in der Messingröhre, längs welcher der Funken herablief, eine kleine Rinne, so daß sie nicht lange gebraucht werden konnte, ohne durchlöchert zu werden. Doch empfiehlt sich dieser einfache Apparat dadurch, daß er die Luft weit schneller gibt, und nicht so mancherley Zufällen als der Troostwykſche unterworfen ist. Indessen hält Herr Pearson folgende Einrichtung für noch besser: die Glasröhre, in welcher das Wasser elektrisiret wird, erweitert man noch unten zu in Gestalt eines Trichters, und setzt sie in eine Messingschale voll Wasser, so daß der Draht in ihr ungefähr bis auf $\frac{1}{20}$ Zoll von der Schale herabgeht. Nimmt man dann eine Kleistische Flasche von 150 Quadratzoll Belegung: so erfolgt jedesmahl eine vollständige Entladung.

Aus seinen fast zweyjährigen Versuchen theilet Pearson folgende mit:

1) Flußwasser oben aus dem Strom genommen, gab bey 1000 theilweisen Entladungen, die mittelst einer 34zolligen Scheibenmaschine in 3 Stunden erfolgten, einen Luftcylinder $\frac{2}{3}$ Zoll hoch und $\frac{1}{6}$ Zoll weit. Dieselbe Luftmenge erzeugte sich erst in 4 Stunden, als das Flußwasser zuvor stark gekocht oder unter der Luftpumpe gewesen war. Als er die Luftblase zwischen die beyden Drähte brachte, und in dieser Lage ein elektrischer Funke hindurch sprang, verminderte sie sich augenblicklich, im erstern Falle um $\frac{2}{3}$, im zweyten Falle hingegen um $\frac{17}{20}$, und bey andern Versuchen um $\frac{19}{20}$ ihrer Ausdehnung.

Nicht ausgekochtes oder nicht ausgepumptes Wasser, woraus sich aber wiederhohlt endlich Luft entwickelt hatte, gab doch immer noch etwas Luft, die der elektrische Funke nicht verschieden machte. Und zwar war diese Luftmenge in 6 bis 7 Versuchen ungefähr stets dieselbe. Die entstandene Luftsäule, $\frac{1}{2}$ Zoll hoch und $\frac{1}{6}$ Zoll weit, wurde nämlich durch einen Funken stets nur bis auf $\frac{19}{20}$ ihres Raums vermindert. Daraus schien zu folgen, daß das Wasser durchs Elektrisiren

eher

eher zersetzt wird, bevor alle atmosphärische Luft aus demselben durch die bloße Erschütterung der Schläge herausgetrieben ist. Doch glaubt Pearson sicher, wenn die Schläge so lange hindurch gegangen sind, bis alle atmosphärische Luft hinaus getrieben ist, die Luft, die dann erzeuget wird, gänzlich durch elektrische Funken zerstöret werden würde. Nur hat er es nie dahin bringen können, weil die Glasröhre immer eher sprang, als bis er dahin gelangte.

a) Ungefähr 6000 theilweise Entladungen entwickelten eine Luftsäule 3 Zoll hoch und $\frac{3}{20}$ Zoll weit aus dem Wasser, das unter der Luftpumpe gewesen war. Vier Tage ununterbrochene Arbeit gaben auf dieselbe Art 56,5488 Cuben Luft, jeder von $\frac{1}{20}$ Zoll. Zu dieser letzten Luftmasse wurde reine Salpeterluft von gleicher Ausdehnung hinzugefügt, und beydes mit Wasser gesperrt. Es erschienen sogleich salpetersaure Dämpfe, und die Luft wurde dadurch bis auf $\frac{1}{3}$ vermindert. Als man ein wenig mehr Salpeterluft hineinließ, erfolgte keine Raumverminderung weiter. Mit dem Ueberreste wurde halb so viel aus salpetersaurem Kali entwickeltes Sauerstoffgas vermischt, und so stand er mehrere Tage lang über gut gebranntem Kalke und ausgekochtem Quecksilber. Als darauf ein elektrischer Funke hindurch gelassen wurde, so verminderte sich diese Mischung augenblicklich um $\frac{1}{4}$, ohne daß sich jedoch am Glase oder auf das Quecksilber Feuchtigkeit niedergeschlagen hätte. Er schrieb dieses einem kleinen Antheile von gebranntem Kalke zu, der von ungefähr in der Röhre geblieben war, und beym Schlage durch eine ganze Röhre zerstiebt würde, oder noch lieber der im Vergleiche der Luftmasse so geringen Wassermenge, die bey ihrem Entstehen sogleich von der Luft aufgelöset wurde. Daß aber Wasser unter solchen Umständen erzeugt, sich scheinbar in der Luft sogleich auflösen könne, so daß man es auch mit Vergrößerungsgläsern nicht gewahr werde, bewies er, indem er durch eine Mischung von Sauer- und Wasserstoffgas, die über gebranntem Kalke recht ausgetrocknet waren, einen elektrischen Funken gehen ließ.

3) Mit dem erstern Apparate für vollständige Entladungen, erhielt er im Ganzen dieselben Resultate. Folgende Versuche wurden in dem zweyten dieser Apparate mit frischem Flußwasser angestellt. In $11\frac{1}{2}$ Stunde waren mittelst einer 24zolligen Scheibenmaschine, mit 2 Scheiben 10200 Entladungen erfolgt, und bey jeder war von unten, wo der Draht sich endigte, ein kleines Luftbläschen angestiegen. Alle erhaltene Luft betrug auch erst $\frac{1}{4}$ Cubikzoll, und nahm die Hälfte der Röhre ein; das übrige Wasser war sehr trübe, und schien in 14 Stunden, während deren es ruhig stand, nichts von der erzeugten Luft verschluckt zu haben. Darauf wurde es wieder $5\frac{1}{2}$ Stunde lang elektrisirt, und bekam aufs neue 6636 Schläge, wodurch die Luft bis $\frac{1}{2}$ Cubikzoll Luft anwuchs, und $\frac{7}{8}$ der Röhre füllte. Daß sich jetzt die Luft doppelt so schnell als am vorigen Tage entwickelte, schrieb er dem verminderten Widerstande gegen das elektrische Feuer zu, das nun durch Luft, statt durch Wasser, ging. Zu Ende dieses Elektrisirens wurde er durch einen hellen Schein, der sich durch die ganze Röhre zog, und durch eine heftige Bewegung in der Röhre überrascht, da dem $\frac{7}{8}$ vom Raume, den vorhin das Gas eingenommen hatte, jetzt wieder voll Wasser war. Die übrig gebliebene Luft verminderte der elektrische Funke nicht weiter, und mit Salpeterluft vermischt, zeigte sie sich schlechter als atmosphärische Luft, indem sie nur aus $\frac{1}{4}$ Sauerstoffgas und $\frac{3}{4}$ Stickgas oder Salpeterstoffgas bestand. Es schien, als sey der Schlag, welcher das Gas entzündete, vom untern Ende des Drahts nach dem obern hinaufgefahren, so daß das zündende Feuer schon durch das Gas durchgegangen wäre, und vielleicht wurde diese Entzündung durch eine Reihe von aufsteigenden Luftblasen veranlaßt, die von der Messingschale bis an die Oberfläche des Wassers reichten, und hier die ganze Luftmasse abbrannte. Eine Mischung vom Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft, wurde unter denselben Umständen gerade auf dieselbe Art entzündet.

4) Auf dieselbe Art, wie im vorigen Versuch, war nach 14600 Schlägen wenigstens $\frac{1}{2}$ Cubikzoll Luft erzeugt worden.

Als

Als er mit den Schenkeln eines Zirkels die Luftsäule messen wollte, ging ein Schlag durch, der die ganze Röhre erleuchtete, wobey das Wasser in heftiger Bewegung aufstieg und um $\frac{2}{3}$ von dem Raume einnahm, der vorhin voll Luft war. Der Ueberrest verhielt sich gerade wie vorhin. Er vermuthete, die Schenkel des Zirkels hätten aus dem Drahte Elektricität nach dem Glase zu hingezogen, und dadurch sey die Entzündung noch erfolgt. Um dieses auszumachen, füllte er dieselbe Röhre gerade so weit, wie sie es vorhin war, mit $\frac{1}{3}$ Sauerstoffgas und $\frac{2}{3}$ Wasserstoffgas. Ein elektrischer Schlag entzündete dieses Gemisch nicht. Als er aber die Schenkel des Zirkels, wie vorhin, an die Glasröhre hielt, entzündete der Schlag die Gasmischung mit einem hellen Schein, und es blieb nur noch $\frac{1}{8}$ der Luft übrig. Gemische von atmosphärischer Luft und Wasserstoffgas nach verschiedenen Verhältnissen, ließen sich auf diese Art nicht entzünden; als aber zu 2 Theilen atmosphärischer Luft, 1 Theil Sauerstoffgas gemischt wurde, erfolgte die Entzündung, nur blieb $\frac{1}{3}$ der Luft unverzehrt.

5) Bey 12000 Schlägen unter denselben Umständen, wie vorhin, deren jeder etwas Luft entwickelte, war doch der Luft nicht mehr als bey 8000 Schlägen geworden, und sie betrug immer nur $\frac{1}{3}$ Cubikzoll. Als er genauer zusah, bemerkte er, daß bey einem der Schläge die erzeugte Luft plötzlich um $\frac{1}{8}$ vermindert wurde. Daraus erhellet, daß schon mehrere Entzündungen unbemerkt vorhergegangen seyn mochten, vielleicht auch bey den vorigen Versuchen. Wahrscheinlich wurden diese Entzündungen dadurch, daß während eines Schlags eine Luftblase aufstieg, und diese sich entzündete, hervorgebracht. Er sahe daraus, daß er eine weitere Glasröhre nehmen, auch langsamer elektrisiren müsse, damit während eines neuen Schlags die Luftblase des vorigen nicht noch im Ansteigen begriffen sey.

Die in diesem Versuche erhaltene Luft vermischte er mit gleich viel Salpeterluft, wodurch sie sich auf 35 verminderte. Als er aber dem übrigen halb so viel Sauerstoffgas zusetzte, entzündete es der elektrische Funke nicht; ein Zeichen, daß

 alles

alles Sauerstoff- und Wasserstoffgas, das durch Zersetzung des Wassers erzeuget war, während des Processes sich entzündet hatte; denn was er darin noch am stärksten fand, war wahrscheinlich bloß aus dem Wasser mechanisch ausgetrieben worden.

6) Er nahm frisches Flußwasser, und leitete die Luft, so bald $\frac{1}{3}$ Cubikzoll daraus entwickelt war, in eine andere Röhre, bis er in dieser $\frac{1}{2}$ Cubikzoll Luft erhielt. Dazu setzte er eben so viel Salpeterluft, worauf das Gemisch bis auf 1, 2 abnahm. Bey mehr hinzugesetzter Salpeterluft verminderte es sich nicht weiter. Zum Ueberreste halb so viel Sauerstoffgas gethan, das Gemisch über gebranntem Kalke und ausgekochtem Quecksilber getrocknet, und durch einen elektrischen Funken entzündet, verminderte dieses sich um $\frac{1}{6}$ seiner Ausdehnung, und er nahm zugleich an den Seiten der Glasröhre, wo das Quecksilber angestiegen war, ein wenig Thau wahr. Dasselbe bemerkte er mit Hülfe der Loupe auch an den Theilen der Glasröhre, welche die übrige Luft berührte.

Durch diese Versuche schien ihm Folgendes dargethan zu seyn.

1) Die bloße Erschütterung, durch elektrische Schläge bewirkt, scheint aus dem Wasser alle eingemischte Luft abzuscheiden; selbst die, welche durch Kochen oder unter der Luftpumpe sich nicht davon trennen läßt. Die Menge der Luft ist nach den Umständen verschieden. Unter einer **Cuthbersonschen** Luftpumpe gibt frisches Flußwasser $\frac{1}{5}$ seiner Ausdehnung; hat es hingegen lange an der Luft gestanden, sein eigenes Volumen an Luft. Daher wird die Luft, die beym Elektrisiren durch die ersten 100 bis 200 Schläge vom Wasser abgeschieden wird, durch den elektrischen Funken um wenig vermindert. Diese Luft besteht, gleich der atmosphärischen, aus Sauerstoffgas und Stickgas, die jedoch darin vielleicht ein anderes Verhältniß als in der Atmosphäre haben können, sollte auch das Wasser eine dieser beyden Luftarten stärker als die andere zurückhalten, und dann könnte die Luft zu verschiedenen

denen Zeiten des Elektrisirens, besser oder schlechter als die atmosphärische seyn.

2) Das Gas, welches beym Durchgange des elektrischen Funkens augenblicklich verschwindet, ist ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas. Das beweise a) dieß Verschwinden selbst; b) die Entstehung von Salpetersäure, wenn man Salpetergas hinzusetze, das sich bekanntlich mit dem Sauerstoffgas zur Salpetersäure verbinde, und das Abbrennen des Ueberrestes, wenn es mit halb so viel Sauerstoffgas vermischt wird, mittelst des elektrischen Funkens, wobey sogar im Versuche (6) sichtlich Wasser wieder erzeuget wurde, welches ohne vorhandenes Wasserstoffgas unmöglich wäre; c) die ganz ähnlichen Erscheinungen, welche erfolgten, als Sauerstoffgas und Wasserstoffgas gemischt und durch elektrische Funken entzündet wurden; und d) die theilweise Entzündung des Gas, besonders wenn es in einer Reihe von Luftblasen aufsteigt.

3) Wie aber diese beyden Luftarten aus dem Wasser eigentlich entwickelt werden, und auf welche Art sie daraus entstehen, darüber gaben seine Beobachtungen und Versuche noch keinen genügenden Aufschluß.

In Nicholson's Journal der Physik (Vol. I. 1797. n. 7. p. 349) findet sich diese Abhandlung des Pearson, noch mit einem Abschnitte über die Wirkungsart der elektrischen Schläge vermehrt; worin Pearson folgende Hypothese vorträgt: elektrische Funken und Schläge enthalten Feuer, und sind vielleicht nichts anders, als ein besonderer Zustand des Feuers. Ferner ist bewiesen, daß die ponderablen Grundstoffe des Sauer- und Wasserstoffgas in ihrer Vereinigung Wasser bilden; ihre imponderable Beymischung ist höchst wahrscheinlich das, was sich aus ihnen als Feuer oder Flamme trennen läßt; und eine fast vollständige Induktion berechtige uns zu schließen, daß Feuer, wenn es nur in hinreichender Stärke und Dichte zugeführet werde, alle zusammengesetzte Stoffe in ihrer Verbindung zu trennen vermöge.

Das sehr verdichtete Feuer des elektrischen Schlags gehe mit unbegreiflicher Geschwindigket durch den Draht, und zeige deshalb hier seine Kraft nicht. Am Ende des Drahtes, wo es aufgehalten werde, sammle es sich und häufe sich dort so dicht und in solcher Menge an, daß es sich in einem Funken um das Ende des Drahtes zeige. Im Augenblicke des Ueberspringens dringe ein geringer Theil des verdichteten Wärmestoffs zwischen die Atomen der beyden Bestandtheile des Wassers, und treibe diese Atome bis über den Wirkungskreis ihrer chemischen Anziehung aus einander: so daß sie nun mit dem Wärmestoffe verbunden neue Atome und neue Stoffe bilden. Gerade so wirke elektrisches und anderes Feuer von beträchtlicher Dichtigkeit auf Quecksilberkalk, den es in Sauerstoffgas und Quecksilberdämpfe verwandle.

Das es gegen 70 bis 80000 Schläge bedürfe, um durch Zersetzung des Wassers 1 Cubikzoll Gas zu erhalten: so könne bey jedem Schlage kaum $\frac{1}{200000}$ Gran Gas erzeugt werden, daher der Theil des Wärmestoffs, der sich mit dem Wasser chemisch verbinde, und es zersetze, von dem ganzen Wärmestoffe, der sich am Ende des Drahts jedes Mahl zusammenhäufe, fast nur ein unendlich kleiner Theil seyn könne; wie das auch daraus folge, daß das elektrische Feuer durch das Wasser mit einer fast unendlich großen Geschwindigkeit durchgehe. Indem dieses geschehe, verbreite es sich leuchtend durch das ganze Wasser bis zum untern Drahte, oder dem hervorragenden Theile des Metallfußes, durch dessen stärkeres Leitungsvermögen es wiederum gesammelt und verdichtet werde, hier in Gestalt eines Funkens sich zeige, und weil es nun aufs neue dicht genug sey, wiederum etwas Gas in Wasser zersetze. Daher kämen die Luftblasen, die man vom untern Drahte oder dem Metallfuße eben so häufig, als vom Ende des obern Drahtes, aufsteigen sähe.

Was das Abbrennen der beyden erzeugten Gasarten betreffe, so sey es bekannt, daß dieses durch den kleinsten Funken eben so gut, als durch eine größere Feuermasse, und bey großen Quantitäten Gas eben so schnell, als bey kleinen geschehe,

geschehe, indeß eine nicht brennende, noch so stark durchhitzte Materie dieses nicht zu bewirken vermöge. Auch wisse man, daß Wärme die chemischen Vereinigungen unter gewissen Umständen sehr befördre, welches, wie er glaube, dadurch geschehe, daß sie die Kräfte, die der chemischen Anziehung entgegen wirkten, besonders die Cohäsion, aufhebe, und die einzelnen Theile der Stoffe in Bewegung setze. Indem nun ein Funken in die Mischung des Sauer- und Wasserstoffgas komme, so würden die Atomen dieser Stoffe, die den Funken am nächsten wären, von dem Feuer nach allen Richtungen zurückgetrieben, und dabey andere so sehr genähert, daß sie in den Wirkungskreis ihrer chemischen Anziehung kämen. Sie vereinigten sich daher zu Wasser; das Feuer treibe wieder in die nächsten Atomen zurück, und so gehe es, jedoch mit unglaublicher Geschwindigkeit, fort, wobey sich Alles zu Wasser und Feuer vereinige.

Wie hierbey das Wasser entstehe, das lasse sich nur auf zweyerley Art erklären: 1) indem man annehme, Sauerstoffgas und Wasserstoffgas bestehen beyde aus Wasser und imponderablen Stoffen, und während des Abbrennens werde das Wasser aus ihnen niedergeschlagen; oder 2) indem man die beyden Gasarten aus eigenthümlichen Grundstoffen, Sauerstoff und Wasserstoff, bestehend gedenke, die durch Vereinigung mit dem Wärmestoffe, vielleicht auch mit dem Lichtstoffe in Gasgestalt erhalten werden, und beym Abbrennen mit einander sich zu Wasser verbänden.

Ihm wären nur zwey Thatsachen bekannt, welche man für die erste Meinung ansehe: 1) daß man aus luftsaurer Schwererde nicht alle Luftsäure, ohne Beyhülfe des Wassers, im Feuer übertreiben könne. Statt aber hieraus zu schließen, daß das Wasser ein Bestandtheil der Luftsäure sey, scheine es ihm natürlicher, anzunehmen, daß hier das Wasser nöthig sey, um durch seine Verwandtschaft zur Schwererde alle Luftsäure auszuscheiden, um so mehr, da sich die Luftsäure aus vielen andern Stoffen ohne alles Wasser übertreiben lasse, und z. B.

entstehe, wenn man die trockenste Kohle und das trockenste Sauerstoffgas in Verbindung bringe. 2) Daß in allen Gasarten Wasser gegenwärtig sey, welches sich durch salzsaure Kalkerde, essigsaures Kali, Schwefelsäure, gebrannten Kalk, Pottasche u. s. w. davon scheiden lasse. Doch dieses beweise nur, daß sich Wasser in der Luft aufhalten, oder in ihr aufgelöset seyn könne, und nicht, daß es in die Mischung der Luft wesentlich mit eingehe. Man könne durch die angeführten Stoffe Luft völlig wasserleer machen; und da über dieß die aus gewissen Stoffen und den Gasarten zusammengesetzten Stoffe, von ihren Zusammensetzungen mit Wasser ganz verschieden sind: so scheine hierin kein Beweis zu liegen, daß Wasser ein wesentlicher Bestandtheil der Gasarten sey. Auch wären das Sauerstoffgas und Stickstoffgas, welche beym Kochen und Auspumpen des Wassers entständen, keine Produkte des Wassers, wie sich das schon daraus zeige, daß sich davon im Verhältnisse der Wassermasse nur sehr wenig entwickele.

Was die zweyte Hypothese betreffe, nach der die beyden Gasarten aus eigenthümlichen Grundstoffen und Wärmestoff, und Wasser aus jenen beyden Grundstoffen zusammengesetzt sey: so ließen sich für sie folgende Gründe anführen. Nach einem Versuche, dessen Genauigkeit sich nicht bezweifeln lasse, wäge das durch das Abbrennen der beyden Gasarten erzeugte Wasser gerade so viel, als beyde Gasarten zusammen genommen; seyen die Luftarten rein, so entstehe nichts als Wasser; werde dagegen zugleich Salpetersäure oder Luftsäure erzeugt, so wären die Luftarten nicht rein, sondern mit Stickstoff oder Kohlenstoff vermischt. 2) Noch einem andern Versuche wäge das Wasser, welches entstehe, wenn der Sauerstoff aus einem festen Körper, z. B. aus Metallkalken, sich mit Wasserstoff des Wasserstoffgas verbinde, gerade so viel, als das verzehrte Wasserstoffgas, und was der Metallkalk am Gewichte verloren habe; 3) werde Wasserstoff im gebundenen Zustande, z. B. im Alkohol, mit dem Sauerstoffe der Lebensluft vereiniget: so betrage das Gewicht des erzeugten Wassers ebenfalls so viel, als der Gewichtsverlust des Alkohols und der Lebensluft zusam-

zusammen, wenn man noch das Gewicht des kohlensauren Gas hinzufüge, das zugleich durch chemische Vereinigung des Kohlenstoffs im Alkohol mit dem Sauerstoffe entstehe. 4) In Verbindung mit gewissen Stoffen gebe das Wasser bloß Wasserstoffgas, zugleich schwängerten sich aber diese Materien mit Sauerstoff, wie man daraus sehe, daß sie dieselben Eigenschaften annähmen, als wenn man sie wirklich mit dem Sauerstoffe der Lebensluft durch chemische Mittel verbinde. Die Gewichtszunahme der Materie und das Gewicht des Wasserstoffgas seyen in diesem Falle dem Gewichte des zersetzten Wassers gleich. 5) Endlich sey es wenigstens höchst wahrscheinlich gemacht, daß Sauerstoff und Wasserstoff bey ihrem Uebergange in Gasgestalt eine Menge Wärmestoff, vielleicht auch Lichtstoff, verschluckten, und es gebe keinen Versuch, der dieser zweyten Hypothese widerspreche.

Aus den oben angeführten Versuchen lasse sich für die erste Hypothese kein Bewegungsgrund schöpfen, wohl aber für die zweyte. Denn 1) gaben die beyden Luftarten, völlig ausgetrocknet, beym Verbrennen Wasser. 2) Ist dieser Proceß der einzige, durch den sich Wasser umgekehrt in Lebensluft und Wasserstoffgas zersetzen läßt. Bey jedem andern Verfahren nimmt entweder der feste Körper, mit welchem das Wasser in Berührung kommt, den Sauerstoff auf, und es entsteht daher nur Wasserstoffgas, wie beym Durchgehen der Wasserdämpfe durch einen rothglühenden eisernen Lauf; oder aus dem zersetzenden Stoffe geht noch etwas mit in das erzeugte Wasserstoffgas über, wie wenn Wasser auf rothglühende Kohlen kömmt; oder es nimmt gar von zwey zersetzenden Stoffen der eine den Sauerstoff, der andere den Wasserstoff auf.

Diese Erklärungsart Pearson's, wie die Gasarten aus dem Wasser beym Elektrisiren entwickelt, und dann wieder durch Elektricität in Wasser verwandelt werden, bestreitet in einem der folgenden Stücke von Nicholson's [a]) Journale einer von Nicholson's Correspondenten. Den Versuchen

 selbst,

a) Vol. II. Dec. 1798. p. 396 — 400.

selbst, und den daraus gezogenen Resultaten läßt er alle Gerechtigkeit widerfahren; nur die Vorstellungen, welche er, wie die übrigen Physiker, von der Natur der elektrischen Materie, der Wärme und des Lichtstoffes hägen, und die mannigfaltigen widersprechenden Funktionen, die sie ihnen beylegen, nennt er schwankend, unhaltbar und unphilosophisch. Seine vorzüglichsten Bemerkungen sind diese:

Wir wären so weit von einer richtigen Kenntniß der elektrischen Materie, des Feuers und des Lichtes, dieser allgemeinen Wirkungsmittel der Natur, entfernt, daß sie vielmehr noch immer verwechselt und so unvollständig behandelt würden, daß daraus in allen Theilen der Physik die größte Verwirrung entstehe. Wie sollte man sich die elektrische Materie, wie das Licht denken? Seyen sie bloße Modificationen des Wärmestoffs, oder sey der Wärmestoff nur einer ihrer Bestandtheile? Und der Wärmestoff sey er wohl einfach, und könne ein einfacher Stoff wohl alle die Rollen spielen, die man jenem zutheile? Nach dem jetzigen Systeme der Chemie trenne der einfache homogene Wärmestoff Verbindungen, die er selbst zuvor bewirkte, hänge sich an Theilchen der Materie, und bilde nun eine abstoßende Sphäre, von welchen sich, dessen ungeachtet, einige stark und schnell anzögen. Kurz der Wärmestoff sey heiß und kalt, ziehe an und stoße ab, sey sichtbar und unsichtbar; je nachdem es die Erklärung fordere; gleich Proteus nehme er alle Gestalten und Formen an; er drohe uns mit Jupiters Donnerkeil und kühle uns in den Abendlüften.

Es sey traurig und demüthigend zu sehen, wie leicht man jetzt über die auffallendsten Absurditäten wegsehe, ja, sie sogar als Principien annehme, und auf sie, als unläugbare Thatsachen, fortbaue. Statt aller andern Beyspiele von Verwirrung und Ungereimtheit, wohin solche Principien führten, erwähne er nur das Resultat der Versuche und Bemerkungen des Grafen Rumford über die Erzeugung der Hitze durch Reibung, welches dahin gehe, daß, weil diese Hitze sich aus den bisherigen chemischen Principien nicht ge-

nug-

nugthuend erklären lasse, er geneigt sey, zu glauben, Hitze sey nichts Materielles, und beruhe auf keinem eigenen Stoffe, sondern sey nichts anders, als Bewegung! Wahrlich, dieß sey zu viel einer Hypothese aufopfern, wenn man lieber alle Gründe der Vernunft und das Zeugniß der Sinne verwerfe, als die Falschheit einer Lieblingshypothese eingestehen wolle.

Daß sich die Hitze, die beym Reiben entstehe, aus **Lavoisier's** Systeme schlechterdings nicht erklären lasse, sollte die Anhänger dieses Systems zwar etwas mißtrauisch gegen eine Lehre machen, für die eine so einfache Thatsache unerklärbar bleibe, und die deßhalb schwerlich das blinde Zutrauen verdiene, das man allgemein in sie setze. Indessen lasse sich das Entstehen der Hitze im Reiben und Schlagen zwischen festen Körpern aus andern Gründen sehr leicht erklären, ohne zu dem verzweifelten Schritte genöthigt zu werden, Wärmestoff zu einem Undinge und Wärme zu einer Art von Bewegung zu machen, die sich auf eine sehr wunderbare Art mittheilen und verbreiten müßte, wie die Bewegung eines Funkens in ein Pulvermagazin hinein, nicht bloß die Wände des Gebäudes in die Höhe werfen, sondern auch einen ganzen Landstrich erschüttern sollte.

Daß sich eine so unglaubliche Menge von Wärme bey vielen, dem Anscheine nach sehr geringen, Wirkungen entwickelt, bemerkt Nicholson, sey hierbey von jeher als ein starker Grund gegen die Hypothese, Wärme sey nichts als Bewegung, angesehen worden; allein diese Einwendung treffe eben so sehr die Hypothese eines Wärmestoffs. Wenn nach der erstern ein geringer Theil einer großen Masse von Sauerstoffgas und Kohlen in einen Zustand von Schwingungen versetzt werde, die auf die Vereinigung der ganzen Masse folgen: so möge es allerdings nicht leicht seyn, anziehende und zurückstoßende Kräfte aufzufinden, die diese Erscheinung bewirken könnten. Werde aber diese Schwierigkeit dadurch gehoben, oder nur erleichtert, daß man einen dritten Stoff (den Wärmestoff) sich in Verbindung mit dem Sauerstoffe denke? und fordere das nicht eben solche Kräfte, um

den

den Uebergang desselben an den Kohlenstoff zu erklären? Was man auch immer für Verwandtschaften und Kräfte zugleich mit dem Wärmestoffe ins Spiel ziehe; immer scheine es ihm; als könne man die bloße Theorie eben so gut ohne diesen Stoff aufbauen. Man habe latente Bewegung (Hitze) für etwas Ungereimtes erklärt. Aber das sey es nur dem Wortverstande nach, und lasse sich auf mancherley Art auslegen. Indeß der Wärmestoff bey gewissen Operationen verschluckt werde, häufe sich die Bewegung an; und bey einer unbedeutenden Veranlassung, die dem Erfolge keines Weges widerspreche, befreye er sich wieder. Wer den Hahn der Dampfmaschine drehe, oder einen Funken in ein Pulvermagazin werfe, mache latente Bewegung wirksam, d. h., hebe das Gleichgewicht von Kräften auf, die an sich viel stärker als die seyn, welche das Gleichgewicht vernichten. Durch diese Bemerkung wolle er sich jedoch nicht für einen Anhänger der ersten Hypothese erklären; nur scheine ihm keine von beyden auf nicht zu bezweifelnde Thatsachen gegründet zu seyn.

Herr Aldini *) zu Bologna hatte einige Versuche angestellt, welche hier angeführt zu werden verdienen. Zuerst untersucht er, ob die Flamme ein Leiter in der galvanischen Kette sey. Er änderte seine Versuche mit Hülfe des Herrn Malagrida mannigfaltig ab, allein er erhielt nie Muskelbewegung, wenn er eine ununterbrochene Kette durch eine Lichtflamme verband. Gleichwohl war er durch verschiedene Versuche überzeugt, daß die Flamme ein guter Leiter der Elektricität sey. Der Director Moscati gab zu einigen Versuchen, die Aldini deßwegen anstellte, Veranlassung. Er wählte einen Leiter, welcher, mit der Erde verbunden, nur ungefähr um 1 Linie unterbrochen war. Auf das erste Stück stellte er ein Bennet'sches Elektrometer, dem Elektricität zugeführt wurde, und zwischen beyde brachte er eine Lichtflamme. Das Elektrometer blieb ruhig. Er entfernte sie bis auf einen Zoll, und noch blieb Alles ruhig; ein Zeichen,

*) Annali di chimica d. S. Brugnatelli. T. XIII. p. 135.

chen, daß die Flamme sehr gut, ja noch besser als Metall leitet. So bald er sie aber ganz hinwegnahm, divergirte das Elektrometer sogleich sehr stark. Auf die galvanischen Erscheinungen ließ sich dieß so anwenden: hier hebt die Flamme die Bewegung des Elektrometers, dort des Muskels auf, weil sie den Durchgang der thierischen Elektricität nicht aufhält; in beyden Fällen, weil sie macht, daß sich die Elektricität zerstreuet, und dadurch bey den galvanischen Erscheinungen die zum Versuche nöthige Circulation, ohne welche keine Bewegung möglich ist, aufhebt.

(Zusatz zur S. 922. Th. I.). Bisher ist immer noch gestritten worden, ob sich alle die elektrischen Erscheinungen besser nach dem Franklinschen, oder nach dem dualistischen Systeme erklären lassen. Herr Remer *) führet drey Versuche an, welche mit der Franklinschen Theorie zu streiten scheinen.

Wenn man einer am positiv elektrisirten Conduktor befindlichen Drahtspitze eine brennende Wachskerze nähert, so wird diese anfänglich weggeblasen, als ob ein Wind aus der Spitze auf sie hinwehete. Aber auch das erfolgte, wenn er eine kleine brennende Lichtkerze in den bewegten Luftstrom von einer negativ elektrisirten Spitze brachte, welches so lange dauerte, als er eine Kerze 2 bis 3 Zoll von der Spitze entfernt hielt. Näherte er sie aber der Spitze bis auf wenige Linien, so erhalte sich die Flamme sichtbar, fing schnell an lebhafter zu brennen, zog sich mit ihrem mittleren Theile nach der Spitze hin, und nahm eine bauchige halbmondförmige Gestalt an, so daß die Spitze der Flamme von der Drahtspitze abgewandt war, ihr Körper aber dem Drahtende sich näherte. Am positiven Conduktor löschte sich die Flamme sogleich wieder aus, als er sie der Drahtspitze nahe brachte, und selbst bey der schwächsten Elektricität konnte er es nicht dahin bringen, daß sie eben die Gestalt erhielt, welche sie am negativen Conduktor angenommen hatte. Das Zweifelhafte bey diesem Versuche bestehet darin, daß die Flamme zu er-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. VIII. S. 330 f.

erlöschen drohete, als sie sich 2 Zoll von der negativ ele
sirten Drahtspitze befand, und nicht erlosch, als er sie n
brachte. Nach Remer's Meinung ist diese Erscheinung
der mit dem Franklinischen noch mit dem dualistischen
steme vereinbar.

Die andere Erscheinung ist folgende: Es wird näm
gewöhnlich angeführt, daß man wegen der großen Gesch
digkeit nicht bestimmen könne, ob ein elektrischer Funken
dem elektrisirten Körper, oder aus dem ihm genäherten
ter herkomme. Wenn die Elektricität stark ist, so läu
Herr Remer dieß nicht; allein er führt zwey Fälle an
welchen dieß Phänomen sich ganz anders zeigt.

1) Ist die Elektricität sehr schwach, so daß sich nur
schwache und träge Funken aus dem Conduktor ziehen la
so kommen diese entweder bey beyden Elektricitäten aus
Conduktor selbst, oder sie zeigen sich selbst auf eine W
welche dem Franklinischen Systeme gerade entgegen
Sehr häufig hat Herr Remer bey dergleichen schwa
Elektricität gefunden, daß, wenn er dem positiv elektris
Conduktor seinen Fingerknöchel oder den Knopf des A
ders näherte, ein Funken aus dem Finger u. s. w. ents
und in den Conduktor überging. Zu derselben Zeit erf
nun beym negativ elektrisirten Conduktor ganz das G
theil. Der Funken sprang aus dem Conduktor in s
Fingerknöchel über. Hier schien also die positive Elektr
etwas zu erhalten, die negative etwas abzugeben.

2) Ist hingegen die Elektricität sehr stark, so erfolg
Ausströmen in langen Strahlenbüscheln bey beyden Con
toren, und hier könne man sehr deutlich sehen, wie der S
lenkegel seinen Ursprung nehme, in einer dem gewöhnl
Funken ähnlichen Spitze, welche nach und nach in me
zackige Blitze zertheilt werde.

Die dritte Erscheinung, welche Herrn Remer g
Franklin's Theorie einige Zweifel erregte, ist folgende
steckte auf den mit dem Reibzeuge seiner Elektrisirmas
verbundenen Conduktor einen ¼ Linien dicken, mit einer D

zange abgeschnittenen, also schneidend scharfen Draht. So lange der Cylinder der Maschine umlief, zeigte sich sehr deutlich ein leuchtender Stern auf der Spitze; als aber die Maschine stand, verschwand er einen Augenblick; es kam aber sehr bald ein Strahlenbüschel mit einem zischenden Geräusche hervor, wie wenn sich der Draht auf dem positiv elektrisirten Conduktor befände. Dieser Büschel stand einige Sekunden und verlor sich dann plötzlich. Er kam jedes Mahl zum Vorschein, wenn er den Conduktor elektrisiret hatte. Er konnte sogleich alles Licht durch Annäherung eines Leiters oder erneuerte Bewegung des Cylinders im ersten Falle hemmen, im zweyten in einem Punkte vereinigen. Der Versuch gelang ihm nachher jedes Mahl, wenn nur die Elektricität stark genug war; bey schwacher Elektricität hingegen nie, aller Mühe ungeachtet. Auch hat er bemerkt, daß dicke, scharfe und stumpf zugespitzte Drähte, z. B. von der Dicke einer Linie, zu diesem Versuche untauglich sind. So wollte er ihm auch mit einem schneidend scharf gefeilten dicken Drahte nicht gelingen. Es scheint daher die Gestalt des Drahtes von einigem Einflusse zu seyn.

Hierbey führet Herr Remer noch eine von ihm von ungefähr wahrgenommene Erscheinung an, die er zwar bis jetzt noch nicht zu erklären weiß, sie aber vorläufig noch für ein elektrisches Phänomen hält. Er schoß nämlich im Dunkeln eine gute, möglichst stark von Luft geladene Windbüchse ab, wobey ein über einen halben Fuß langer sehr heller, aber augenblicklich verschwindender Blitz aus dem Rohre des Gewehrs herausfuhr, und sein ganzes Zimmer erhellte. Er wiederhohlte den Schuß mehrere Mahl, sah aber mit jedem Schusse das Licht geringer werden und endlich ganz verschwinden, obgleich noch mehrere Portionen Luft im Gewehre waren. Die Bedingungen, welche hierbey Statt finden müssen, wenn das Leuchten erfolgen soll, sind diese:

1) Die Ladung mit Luft muß sehr stark seyn. Kann man zwanzig Mahl aus einer Büchse schießen, so sieht man dieses Licht etwa bey den ersten 5 oder 6 Schüssen. Zuletzt ist

ist es ein Lichtatom an der Mündung des Rohres, kaum dem aufmerksamsten Auge sichtbar.

2) Erfolgte das Leuchten auch nicht bey allen Windbüchsen. Manche sehr gute Windbüchse leuchtet nicht, andere leuchten leicht, die Stärke des Ladens schien keinen Einfluß auf das Leuchten zu haben.

Herr Gilbert führt an, daß ihm der Herr von Leyser in Halle vor geraumer Zeit erzählet habe, daß das Leuchten nur bey Windbüchsen mit eisernen Läufen, nicht bey solchen, deren Lauf inwendig mit Messing ausgefüttert ist, Statt finde, und er habe den Grund davon in hineingekommenem Sande gesucht.

(Zusatz zur S. 945. Th. I.). Da man bisher noch nicht aufs Reine gekommen war, woraus die elektrische Materie bestehe, so unternahm es Herr Brugnatelli *) mehrere Arbeiten dieserwegen zu unternehmen, deren Resultate ihn bestimmten anzunehmen, das elektrische Fluidum sey von allen übrigen bis jetzt bekannten specifisch verschieden, und bilde eine eigenthümliche Säure, die er nach seiner Nomenclatur Ossi electrico (elektrische Säure) nennt. Diese Säure hat folgende Merkmahle: Sie ist eine Flüssigkeit, die an unendlicher Feinheit dem Wärmestoffe und dem Lichtstoffe gleichkommt. Sie ist expansiv, hat einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, der sich dem Phosphor nähert und einen sauren, stechenden Geschmack, und sie reizt und entzündet die Haut; eine Entzündung, die sehr leicht durch Anwendung einer verdünnten Auflösung des Ammoniaks gehoben wird. Auf einer Stelle, die von Oberhaut entblößt ist, bringt die elektrische Säure ein Brennen hervor, wie es jede andere Säure thun würde. Sie röthet die blaue Lackmustinctur, doch nimmt nach zerstreueter Elektricität die blaue Flüssigkeit ihre vorige Farbe wieder an. Sie dringt in die Metalle mit mehr oder weniger Leichtigkeit, nach ihrer verschiedenen Natur. Wenn die elektrische Säure in strömende gesetzet wird, löset sie die Metalle selbst auf, so wie das Wasser ein

*) Annali di chemica. 1800. Tom. XVIII. p. 136 sqq.

ein Salz auflöset, und hat dabey die Eigenschaft, die aufgelöseten Metalle in sehr große Entfernungen mit sich fortzuführen, und zwar durch die Substanz mehrerer anderer Körper hindurch. Die elektrische Säure ist im Wasser auflösbar; in einer solchen Auflösung oxydiren sich die meisten Metalle auf Kosten des Wassers, welches in diesen Fällen mit Erzeugung des Wasserstoffgas zersetzt wird, wie es Volta und Nicholson bemerkt hätten. Die Metalloxyde verbänden sich aber, seinen Versuchen gemäß, mit der elektrischen Säure, und bildeten so elektrischsaure Metalle. Das elektrischsaure Kupfer besitze eine schöne grüne Farbe, und sey durchscheinend; der elektrischsaure Zink sey dunkelgrau; das elektrischsaure Silber sey weiß und durchscheinend; das elektrischsaure Eisen sey gelblichroth und opak. Die elektrischsauren Metalle seyn im Wasser unauflöslich, ihre auffallendste Eigenschaft aber sey die, daß sie von der elektrischen Säure durch das Wasser hindurch zu ansehnlichen Entfernungen fortgerissen würden, und daß sie sich dann auf dargebothene heterogene Metalle in Gestalt salinischer Krusten niederschlügen, die bald irreguläre Anhäufungen, bald auffallend regelmäßige Krystallisationen bildeten.

Die in gedrängter Kürze anzuführenden Thatsachen sollen diese Merkmahle der elektrischen Materie bestätigen. Bey den Versuchen selbst war Volta zugegen, der selbst über diesen Gegenstand eine Reihe von Versuchen angestellet hat. Zu seinen Versuchen hat er den Apparat angewendet, den Volta den Becherkreis nennt. Er stellte ihn ungefähr so zusammen, wie Fig. 23. zeigt. Im Becher a hing eine kleine viereckte Zinkplatte, welche an einen messingenen Draht gelöthet war, dessen entgegengesetztes Ende in den benachbarten Becher hinabging. Die punktirte Linie zeigt die Zusammenstellung der Reihe von Bechern, welche alle, ungefähr 50 an der Zahl, mit Salzwasser angefüllt waren. Die metallenen Leiter waren so gestellet, daß der Zink dem Messing vorherging (also Zink, feuchter Leiter, Messing). Der erste und letzte Becher wurden vermittelst eines starken Drahtes c c ver-

verbunden, um den Kreis zu schließen, und der elektrischen Säure ihre Strömung zu geben.

Herr Brugnatelli brachte durch die vorgebliche elektrische Säure ausgezeichnete Krystallisationen in mehreren Metallen hervor. Der Apparat hierzu war so zusammengestellet, wie es die Fig. 24 zeigt. Die vier Becher a, b, c, d enthielten Brunnenwasser. Von a ging ein starker Silberdraht nach dem Becher b; in b hing das Ende eines starken Golddrahtes, dessen entgegengesetztes Ende in c hinabreichte, und von c nach d ging fein einer kupferner Streifen, der den Kreis schloß. Der Apparat bestand aus 40 Bechern, und hatte nur eine mittelmäßige Kraft. Die Temperatur der Atmosphäre war + 6°.

Nach Verlauf von drey Tagen war die Oberfläche des galvanischen Drahtes in b mit kleinen glänzenden durscheinenden Punkten besäet; an diesem Drahte hatte während des Versuchs keine Gasentwickelung Statt gefunden. Der silberne Leiter in dem nämlichen Becher hatte sich mit einer gräulichen Substanz überzogen. Das andere Ende des goldenen Drahts in c zeigte nichts Fremdartiges auf seiner Fläche. Das Ende des silbernen Drahts in a war aber mit kleinen facettirten, sehr glänzenden Krystallen ganz bedeckt.

In einem andern Versuche, wo in d ein silberner Streifen von 3 Linien Breite, auf ihm gegenüber im nämlichen Becher mit Wasser ein Streifen metallisch glänzenden Messings hing, der den Kreis schloß, bedeckte sich dieser Messingstreifen in zwey Tagen mit einigen tausend sehr glänzenden und regelmäßigen Krystallen von elektrischsaurem Silber.

Werden a und b durch einen Silberdraht und b und c durch einen starken metallischen glänzenden Stahldraht verbunden: so findet man nach drey Tagen und eher das Ende des Stahldrahts in b mit sehr glänzenden Krystallen bedeckt. Dabey senken sich ganz weiße, lang gezogene, cylindrische Wolken vom Silberleiter herab, die auf dem Boden des Becherglases sich sammeln, und dort eine schwarze Farbe annehmen. Diese Substanz ist reines Silber, äußerst fein

zertheilt,

zertheilt, wie man es durch Reibung mit dem Pollrstahle wahrnimmt, wo der vollkommene Metallglanz sich augenblicklich zeigt. Das nämliche Ende, welches die weiße Wolke hergibt, zeigt auch die eben erwähnten Krystalle und entwickelt etwas Gas; die gegenüberstehende Stahlspitze gibt aber kein Gas; auch sieht man sich nichts ansetzen, welches vom Eisen herrührte. Das andere Ende des Stahldrahtes in c wird dagegen ganz mit kleinen, sehr zahlreichen Wärzchen einer gelblich rothen Substanz bedeckt, wovon auch noch ein Theil sich an den Boden des Gefäßes ansetzt. Dieselben Silberkrystalle sah **Brugnatelli** auf einem Platinadrahte sich bilden, der mit dem Silber in einem Gefäße hing. Es häufte sich auf dem Platinadrahte eine schwarze Substanz an, die in langen Striemen vom Silber herabfiel, und ebenfalls reines Silber war, welches der elektrische Strom dem Platinadrahte zugeführet hatte.

Die durchscheinenden Krystalle, welche sich auf dem Silber selbst, oder auf andern Metallen durch die Gegenwart des Silbers bilden, sind theils von unbestimmter Figur, theils regelmäßig gebildet. Ihrer Gestalt nach sind sie längliche Prismen mit sechsseitigen Zuspitzungen, die sehr regelmäßig angeschossen sind, und das Licht sehr stark brechen. Diese Krystalle sind unschmackhaft, knirschen zwischen den Zähnen, lösen sich selbst im kochenden Wasser nicht auf, verlieren in der Wärme ihr Krystallisationswasser und zerfallen alsdann zu einer undurchsichtigen, schneeweißen, pulverichten Masse, an der keine Spur von Krystallisation wahrzunehmen ist. Sie zerfallen auch an der Luft ohne Beyhülfe der Wärme, vorzüglich, wenn die Luft sehr trocken ist, bey hoher Temperatur. Sie lösen sich ganz, mit heftigem Aufbrausen, in Salpetersäure auf, und diese Effervescenz findet ebenfalls Statt, wenn auch die Krystalle bereits zerfallen sind. Die salpetersaure Auflösung war vollkommen durchsichtig und durch Alkalien zersetzbar, wobey sie einen sehr häufigen Niederschlag von Silberoxyd gab, welches sich in allen Säuren auflösete.

Als er Zinn statt des Silbers anwendete, erhielt er Krystalle, welche denen des elektrischsauren Silbers nicht unähnlich waren. Auch diese schossen auf verschiedenen Metallen an, unter eben denselben Umständen, unter welchen das Silber es that. Sie waren auch glänzend durchscheinend, und mit Ausbrausen in den Säuren auflöslich, aus welchen niedergeschlagen sie einen weißlichen Zinnkalk gaben.

Auch erhielt er glänzende Krystalle, als er in dasselbe Becherglas Eisen und Messingdraht brachte. Die unendlich vielen Krystallen, womit sich hierbey der Stahldraht bedeckte, waren vollkommene Würfel, welche Durchsichtigkeit und Auflösbarkeit in den Säuren zeigten. Die salpetersaure Auflösung gab mit blausaurem Kalke einen blauen Niederschlag.

Reine elektrische Säure, sagt **Brugnatelli**, oxydirt nie ein Metall an und für sich; sie thut es nur, wenn sie im Wasser aufgelöset ist. In dieser Rücksicht ist die Analogie mit den übrigen Säuren vollkommen, in so fern auch diese kein Metall auflösen oder angreifen, wenn sie ganz wasserfrey sind; denn in diesem Zustande enthalten sie nur Sauerstoff, und nicht den mit einem Antheile von Wärmestoff bereits chemisch verbundenen Sauerstoff; durch den Sauerstoff allein aber kann kein Metall oxydirt werden, die Wirkung der Säuren bezieht sich lediglich auf die Zersetzung des Wassers, worin sich die Metalle befinden; vom Wasser erhalten die Metalle den mit Wärmestoff verbundenen Sauerstoff, der sie oxydirt, und der andere Bestandtheil des Wassers erscheint als Gas. Nun aber oxydirt die elektrische Säure die Metalle gerade wie alle andere Säuren es thun, auf Kosten des zersetzten Wassers. Da aber hier und da in einigen Gefäßen des Becherapparats Metalle durch die elektrische strömende Säure oxydirt werden, ohne daß irgend ein Gas erzeugt wird: so muß in diesen Fällen die Oxydation einen andern Grund haben. Nach Herrn **Volta's** Meinung wird hier die elektrische Säure dadurch, daß sie das Wasser zersetzt hat, übersäuert, und die so oxygenirte elektrische Säure oxydire

oxydire beym Herausströmen das Metall, indem sie sich zersetze.

Der Herr Secretär Wolf *) zu Hannover hat zu Herrn Remer's vorhin angeführten Versuchen einige andere hinzugefügt, und daraus zu erweisen gesucht, daß es wirklich nur eine elektrische Materie gebe. Den schönsten und zugleich sehr überzeugenden Anblick, daß ein + elektrischer Funke mit seinen Nebenzweigen von der positiven elektrischen Vorrichtung herkomme, und ein — elektrischer Funke mit seinen Nebenzweigen von der negativ eingerichteten Vorrichtung zur Ableitung hingehe, mithin, daß nur eine elektrische Materie da sey, die man rechts und links lenken könne, und daß diese Lenkung das + und — elektrische Spielwerk veranlasse, zeigt, wie er glaube, ein großer Henlyscher leuchtender Leiter sehr bestimmt; er meint einen solchen, der wenigstens 2 Fuß lang ist, oder 3 bis 4 Zoll im Lichten hat. Wird dieser Leiter bey sehr trockener Temperatur der Luft möglichst exaltirt: so kommt der Blitzstrahl von einem hinreichend + elektrisirten 5 quadratfüßigen Ladungsglase zu der Person her, und geht von derselben ab, wenn die Flasche geladen — ist. Von der unverstärkten Elektricität geht der Strahl gleichfalls nach der vorigen Ordnung über, und führt unzählige von ihm ausströmende Zweige mit sich. Eine kleine Elektrisirmaschine, z. B. mit einer 14zolligen Scheibe, ist, unter günstigen Umständen, hinreichend, diese, über alle Maßen schönen und lehrreichen Versuche im Dunkeln darzustellen. Wollen wir, fragt Wolf, für die Einheit der elektrischen Materie noch weitere Beweise?

Was den Lichtstrom einer abgeschossenen Windbüchse anbetreffe, so scheint ihm derselbe ein elektrischer Lichtstrahl zu seyn, welcher nicht anders, als bey sehr trockener Luft, allenfalls in einem geheitzten Zimmer, durch einen sehr starken Windstrom sichtbar werden könne, und welcher nur durch das plötzliche schnelle Reiben der aus der Büchse durch Oeldunst negativ oder zum Leiter gewordenen und herausströ-

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. XII. S. 610.

menden Luftmasse, die mit der Büchse und deren Abschießer in Verbindung ist, in der gewöhnlich positiven Luftmasse, durch die er hindurchfährt, entsteht. Ohne Oehl halten die Ventile an den Windbüchsen oder Windflinten die Luft nicht. Bey jedem Schusse gehe daher, wenn sie gehörig eingeöhlt seyn, zuerst viel Oehl und nachher ein immer feiner werdender Oehldunst heraus; aufhören dürfe dieser nicht, sonst habe das Ventil kein Oehl, und der Schuß gerathe gewiß nicht.

Dieser leitungsfähige, den Strahl sichtbar machende Oehldunst, verbunden mit der Leitung der Büchse sey vielleicht die Ursache, warum die Harzfiguren wegen der jedesmahligen augenblicklichen Ableitung nicht gelingen wollen. Mit einer hölzernen Windbüchse aber, welche den Wind mittelst eines Blasebalges in die Kolbe herausschlägt, gelinge unter sonst gleichen Umständen der Versuch immer, selbst auch alsdann, wenn das Rohr von Metall sey.

Da es durch des Herrn van Marum's Versuche hinreichend bewiesen war, daß durch die Elektricität die Metalle nicht allein geschmolzen, sondern auch oxydirt werden können: so war es natürlich zu vermuthen, daß bey der Oxydation der Metalle durch die Elektricität eine Absorption der Luft Statt finden werde. Um diese bemerkbar zu machen, erdachte Cuthberson *) einen eigenen Apparat. Der Glasrecipient (fig. 25.) abcd ist ungefähr 10 Zoll hoch und 6 Zoll weit; am obern Ende ist die eine Messingscheibe ab, am untern ein messingerner Ring angekittet, auf welchen die Messingkappe pq luftdicht aufgeschroben wird. In der Mitte dieser Kappe pq läßt sich der Hahn f einschrauben, der unten auf dem Fußgestelle ruht, welches den ganzen Apparat trägt. Die obere Messingscheibe hat drey Oeffnungen, in welchen zwey Messingröhren mit Hähnen (n, o) und die drey Zoll lange und $\frac{3}{4}$ Zoll weite Messingröhre festgeschraubt sind. In die beyden ersten lassen sich zwey Mahl gebogene Glasröhren einschrauben, in deren einer etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilber, in der andern eben so viel Wasser befindlich ist. Die dritte dieser Röhren

*) *Nicholson's* journal of nat. philos. Vol. V. p. 136.

Röhren (m) ist an beyden Enden mit Korkstöpseln versehen und mit Schweinefett ausgefüllt. Auf der Innenseite der Messingkappe pq befindet sich eine Rolle an einer Achse, welche in zwey kleinen Pfeilern läuft, bestimmt, daß ein Vorrath von dem zu explodirenden Drahte darauf gewunden werde. Dieser Draht wird stellenweise (etwa alle 4 Zoll) an einen gleich langen Bindfaden gebunden und so auf die Rolle gebracht. Das obere Ende beyder zieht man mittelst einer langen Messingnadel durch die Korke und das Fett in der Röhre m, und nachdem diese wieder eingeschraubt worden, zieht man Draht und Faden straff an wie h, da sie dann vermöge des Schweinefettes luftdicht durch die Korke in m durchgehen. Schließen nun auch alle Schrauben vollkommen luftdicht: so muß, wenn man den Hahn f verschließt und die Hähne n, o öffnet, die geringste Veränderung der Luftmasse im Recipienten sich durch den Stand des Quecksilbers in k, oder wenigstens durch den Stand des Wassers in i zeigen. Da aber auf diesen Stand auch die Temperatur der innern Luft Einfluß hat: so muß man vor und nach jeder Explosion den Recipienten in kaltes Wasser setzen, so daß auch die obere Platte mit bedeckt wird, und ihn darin so lange lassen, bis der feste Stand der Quecksilber- und der Wasserprobe beweiset, daß die Temperatur der Luft im Innern und Aeußern gleich ist. Wird hierauf nicht große Sorgfalt verwendet, so erhält man irrige Resultate, wie Cuthberson's eigenes Beyspiel in den ersten Versuchen bewies.

Mit diesem Apparate stellte nun Cuthberson verschiedene Versuche mit mancherley Metalldrähten an. Nachdem nun der elektrische Schlag durch selbigen gegangen war, stiegen die Quecksilber- und Wasserprobe. Ueberhaupt läßt sich aus seinen Versuchen mit Sicherheit schließen, daß alle dehnbare Metalle sich durch elektrische Schläge sublimiren und in mehrere Oxyde verwandeln lassen, indem sie dabey den Sauerstoff der atmosphärischen Luft absorbiren, ob schon einige derselben sich sonst nur auf nassem Wege, und nicht durch gewöhnliches Feuer in Oxyde verwandeln lassen. Merkwürdig

ist es auch, daß das im gewöhnlichen Feuer fast unschmelzbare Platin durch elektrische Schläge leichter als Kupfer, Silber und Gold schmilzt, und dabey eben so gierig nach Sauerstoff, wie die andern Metalle, zu seyn scheint.

M. s. **Martinus van Marum** Beschreibung einer ungemein großen Elektrisirmaschine und den damit im Teylerschen Museum zu Haarlem angestellten Versuchen. Aus d. Holl. Leipz. 1786. 4. Erste Fortsetzung aus d. Holl. Leipz. 1788. 4. Zweyte Fortsetzung mit 9 K. Leipz. 1798. 4. — **Joh. Anton Heidmann** vollständige auf Versuche und Vernunftschlüsse gegründete Theorie der Elektricität, für Aerzte, Chemiker und Freunde der Naturkunde. 2 Bde. m. 5 K. gr. 8. Wien, 1799. Ein vorzüglich zu empfehlendes Werk, das allen Beyfall verdient. — *Alex. Volta* meteorol. Beobachtungen, besonders über die atmosphärische Elektricität. Aus dem Ital. mit Anmerk. des Herausgebers und Kupf. gr. 8. Leipzig, 1799. — **Hauy's** Darstellung der Theorie der Elektricität und des Magnetismus. A. d. Franz. mit Anmerk. begleitet von Dr. **K. Murhard** m. 7 K. 8. Altenburg, 1801. — **H. P. von Gersdorf** über meine Beobachtungen der atmosphärischen Elektricität zu Meffersdorf in der Oberlausitz, nebst einigen daraus gezogenen Resultaten. Mit 15 K. 4. Görlitz, 1802. **F. Sartorph** Darstellung der gesammten auf Erfahrung und Versuche gegründeten Elektricitätslehre. Aus dem Dän. übers. von **B. Fangel**, 1r Thl. mit 6 K. gr. 8. Koppenh. 1803. **C. Schmidt** der Zitterstoff (Electrogen) und seine Wirkungen in der Natur, gr. 8. Breslau, 1803. **A. Volta's** Schriften über die Elektricität und den Galvanismus, 1r B. m. K. 8. Halle, 1803. Sammlung elektrischer Spielwerke, für junge Elektriker, 9te Aufl. mit 9 Kupf. gr. 8. Nürnberg, 1804.

Elektricität, thierische (Zus. zur S. 945. Th. I.). **Alexander Volta** *) war der Meinung, daß die ganze Action der so genannten thierischen Elektricität ursprünglich von

*) Giornale fisico-medico di D. *Brugnatelli*. 1794. p. 248. in Gren's Journ. der Phys. B. II. S. 141 ff.

von den Metallen herrühre, welche irgend einen feuchten Körper oder Wasser selbst berühren, kraft welcher Berührung das elektrische Fluidum in dem feuchten oder wässerigen Körper von eben diesen Metallen von dem einen mehr, vom andern weniger vorgedrängt wird; wird dann eine nicht unterbrochene gute Leitung angebracht, so wird dieß Fluidum in einen Kreislauf gesetzt. Wenn nun die Cruralnerven eines präparirten Frosches von diesem leitenden Kreise in irgend einem Theile desselben ein leitendes Stück ausmachen, so daß die ganze oder fast die ganze strömende Elektricität durch sie allein oder auch durch irgend einen andern zur Bewegung eines Gliedmaßen dienenden Nerven geben muß, und die Nerven noch einen Rest von Vitalität haben: so werden die Muskeln oder die den Nerven gehorchenden Gliedmaßen in Zuckungen gesetzt, so bald die Herstellung des Kreises der Leitung einen solchen elektrischen Strom veranlaßt, und so oft man nach Unterbrechung desselben ihn gehörig wieder darstellt. Wenn sich anstatt der zur Bewegung dienenden Nerven, die an der Spitze oder am Rande der Zunge, welche zum Geschmack dienen, in dem leitenden Kreise befinden: so wird eine correspondirende Empfindung von Geschmack oder Licht erregt: und diese Empfindungen und Bewegungen sind um desto lebhafter, je mehr die angewandten beyden Metalle in der hier genannten Ordnung von einander abstehen.

Zink.
Stanniol.
Gewöhnliches Zinn in Platten.
Bley.
Eisen.
Gelb Kupfer und Bronze von verschiedener Beschaffenheit.
Kupfer.
Platina.
Gold.
Silber.
Quecksilber.
Reißbley.

Hierzu kann man noch zuletzt einige Holzkohlen setzen, nämlich die, welche fast eben so leitend sind, als die Metalle, indem die andern gar nicht oder schlecht dazu dienen.

Die Versuche gelingen auf die auffallendste und überzeugendste Weise auf folgende Art. Es werden vier oder mehrere Personen isolirt, oder stehen auch mit den Füßen auf Estrich, wenn dieser nur nicht sehr feucht ist; sie werden mit einander in leitende Verbindung gesetzt, so daß der eine mit dem Finger die Spitze der Zunge seines Nachbars und ein anderer auf eine ähnliche Art den bloßen Augapfel seines Nachbars berührt, die beyden andern aber mit den nassen Fingern einen frisch präparirten, nämlich abgezogenen und ausgeweideten Frosch halten, der eine an den Füßen, der andere an den Rücken desselben; der erste in der Reihe nehme eine Zinkplatte in die bloße nasse Hand, und der letzte eine Silberplatte, die sie in wechselseitige Berührung bringen; so wie dieß geschiehet, entsteht sogleich auf der Spitze der Zunge, die von dem berührt wird, welcher in der Hand den Zink hält, ein saurer Geschmack; und in dem Auge, das von dem Finger eines andern berührt wird, ein Schein von Licht, und die Schenkel des Frosches, der zwischen den beyden Händen gehalten wird, werden heftig in Zuckungen gesetzt.

Hier glaubt **Volta**, durchlaufe und durchströme also das elektrische Fluidum diese ganze Kette von Personen; warum aber diese keine Erschütterung in den Armen verspüren, darauf lasse sich das leicht antworten, daß der Strom nicht hinreichend stark und heftig dazu ist, daß er es aber genugsam ist, um diejenigen Nerven, welche empfindlich genug sind, und welche durch das gesammelte und verdichtete Fluidum geht, zu excitiren, nämlich die Nerven des Geschmacks, die auf der Spitze und an den Rändern der Zunge beynahe bloß liegen, die des Gesichts auf dem Boden des Auges und die ...ralnerven des präparirten Frosches, die sich alle bey

dem

dem angeführten Versuche im Durchgange des elektrischen Stroms befinden.

Kann aber das, fragt er, was hier eine thierische Elektricität anzeigt, wohl eine den Organen eigenthümliche und ursprüngliche genannt werden? Ist es nicht vielmehr weit wahrscheinlicher, daß diese sich bloß leitend verhalten, bloß sehr empfindliche Elektrometer sind, und daß dagegen eigentlich die Metalle activ sind; daß nämlich bey Berührung der letztern dem elektrischen Fluidum ein Impulsus gegeben werde; daß überhaupt diese Metalle nicht bloße Conduktoren oder Leiter, sondern wahre Erreger der Elektricität sind? Ueberhaupt sey es ganz offenbar, daß hier Alles von den Metallen abhänge, und von der verschiedenen Beschaffenheit, indem es zum Gelingen der Versuche nothwendig ist, daß beyde Metalle ungleichartig sind. Anstatt also **thierische Elektricität** zu sagen, hätte man eben so gut ein Recht, sie **metallische Elektricität** zu nennen.

Man solle ihm nicht einwenden, daß manchmahl in dem nach Galvani's Art präparirten Frosche Bewegungen erhalten würden, wenn man auch an dem einen und andern Theile der Metalle von einer und derselben Beschaffenheit, nämlich Silber und Silber, Quecksilber und Quecksilber, Zinn und Zinn, Eisen und Eisen anbringt. Ja man erhalte sie (aber nicht immer,) in den ersten Augenblicken, wenn das auf die beste Weise präparirte Thier noch so erregbar sey, daß es das Geringste fühle. Aber wie könne man behaupten, daß die Metalle, die man anwende, vollkommen und durchaus gleich seyn? Sie seyn es nur den Nahmen, nicht der Substanz nach; sondern zufällige Eigenschaften, als Härte, Weiche, Glätte und Glanz auf der Oberfläche, Wärme u. s. w. könnten sie in Ansehung der elektrischen Action, in Ansehung des Vermögens, nämlich das elektrische Fluidum in den feuchten Körper, den sie berühren, fortzustoßen oder anzuziehen, hinreichend verschieden machen, ganz so, wie ähnliche Verschiedenheiten und andere Umstände (wie es aus den Ver-

Versuchen von **Canton**, **Bergmann**, **Cigna**, **Beccaria** u. a. m. schon bekannt sey,) machen, daß dieselben Metalle und andere Körper mehr oder weniger geschickt sind, elektrisches Feuer zu geben oder zu empfangen, wenn sie durch Reiben erregt werden. Es sey ja erwiesen, daß von zwey idioelektrischen Körpern von einerley Materie und Beschaffenheit, die an einander gerieben werden, der rauhere oder der wärmere, oder der das stärkste Reiben erleide, gebe, der andere empfange. Vollkommene oder unvollkommene Leiter, Metalle, Stein, Holz u. dergl. die auf einer Seite rauh, auf der andern glatt und polirt sind, geben oder empfangen von einem seidenen Bande, weißen Papier, Elfenbein, anderm Holze u. s. w, je nachdem sie mit der rauhen oder glatten Fläche, kälter oder wärmer, der Länge oder der Quere nach daran gerieben werden. Er glaubt daher, daß auch die Erregung der elektrischen Flüssigkeit, die durch bloße Verbindung oder Berührung von Metallen mit feuchten Körpern oder mit Wasser Statt habe, auch ohne daß bemerkbares Reiben dazu nöthig sey, (wie es die neuen Erfahrungen beweisen,) auf eine gleiche Weise determiniret und mehr oder weniger befördert werden könne, so daß der Strom nach der einen oder nach der andern entgegengesetzten Seite gerichtet werde, nach dem Unterschiede, auch dem sehr geringen, in der Härte und Weiche, in dem Grade der Wärme, in der Politur und dem Glanze, der zwischen dem einen und dem andern Stück Silber, Kupfer, Eisen, Bley, die man für ähnlich halte, und sogar zwischen dem einen und dem andern Ende desselbigen Drahtes oder desselben Metallstreifens Statt habe.

Indessen war **Volta** nicht mit bloßer Muthmaßung zufrieden, ob sie gleich auf guten Gründen der Analogie gestützt war, sondern wollte sich durch Erfahrung überzeugen, ob und wie fern die angezeigten zufälligen Eigenschaften die Action der Metalle auf das elektrische Fluidum bestimmten. Er bog daher einen starken Draht von federhartem Eisen,

und

und versuchte, ob durch das Eintauchen seiner beyden Enden in zwey Gläser mit Wasser, worin ein genau und frisch präparirter Frosch, nämlich mit den Hinterschenkeln in dem einen und mit dem Rücken und der spina vertebralis in dem andern hing, es ihm gelingen würde, ihn zu Zusammenziehungen und Sprüngen zu bringen. Die erstern Mahle gelang es ihm in der That, nämlich zwey, drey, vier Mahl; doch nach einer Minute nicht mehr; und er müsse sagen, daß er von verschiedenen Eisendrahten, die er sich verschaffte, nur einen fand, der auch im Anfange ganz und gar nichts that. Eben dieß geschah mit einigen Bogen von Silber und mit einigen von Kupfer, die er bey jedem Versuche unwirksam fand. Man hat also alle Ursache zu glauben, daß diese, welche sich unwirksam zeigten, an beyden Enden in der Härte und allen übrigen Eigenschaften gleich waren, welches bey den andern nicht Statt fand: so wie es sich auch wohl sehr schwer und höchst selten treffe, daß eine völlige und in allen Punkten vollständige Gleichheit darin Statt finde. Nachdem er nun einen von diesen Eisendrähten gefunden hatte, welcher, nach wiederhohlter Prüfung, auch vom Anfange an nichts that, und der erschöpfte Frosch auch nicht mehr durch diejenigen erregbar war, die ihn im Anfange in Bewegung setzten: so taugte er das eine Ende dieses Bogens in siedendes Wasser, etwa eine halbe Minute lang, zog es dann heraus, und ohne ihm Zeit zur Abkühlung zu verstatten, erneuerte er den Versuch mit dem Frosch in den beyden Gläsern mit kaltem Wasser; der Frosch zog sich nun zusammen, und das zwey, drey und vier Mahl, bey Wiederhohlung des Versuchs; bis das Ende des Drahts durch dieß wiederhohlte und länger und kürzer dauernde Eintauchen, oder durch längeres Ausstellen in die Luft, wieder abkühlte, und so wieder ganz unwirksam wurde, dem Thiere Convulsionen zu erregen. Er ließ nun das eine Ende dieses Drahtes glühen, und solcher Gestalt erweichen, während das andere Ende gehärtet blieb, und nun erlangte es die Eigenschaft wieder, in dem Frosche Bewegungen hervorzubringen, und nachdem es er-

kaltet

kaltet war, und ziemlich lange Zeit hindurch, da nämlich das Thier noch nicht zu sehr geschwächt war.

Durch diese Versuche wird daher erwiesen, daß schon die Wärme etwas thut, noch mehr die Härtung; und daß zwey Stücke ein und des nämlichen Metalls, wenn sie von verschiedener Härte sind, dadurch geschickt gemacht werden, bey Berührung mit dem Wasser, oder mit dem angefeuchteten Körper, auf das elektrische Fluidum verschiedentlich, oder mit ungleicher Kraft zu wirken, wie es zwey verschiedene Metalle thun würden.

Er wiederhohlte diese Versuche mit Blechstreifen von Messing, Zinn und Silber, und mit demselben Erfolge. Da die Grade des Härtens im Eisen weit ausgezeichneter sind, und eine größere Extension zulassen, als in den andern Metallen: so ist auch der Unterschied der elektrischen Action, die davon abhängt, in jenen merklicher und größer, als bey diesen, und man erhält einen größern Effekt, wenn man in dem erwähnten Versuche Eisen mit Eisen, von verschiedener Härte zusammenbringt, als man mit Metallen von verschiedener Beschaffenheit, die in der Ordnung in Hinsicht ihres elektrischen Vermögens wenig von einander abstehen, erhält, wie mit Gold und Silber, Kupfer und Gelbkupfer, Gelbkupfer und Eisen, Bley und Stangenzinn. Ja er hat so gar einige Eisenbleche gefunden, an deren Enden sich ein solcher Unterschied in der Action zeigte, daß er sich zwischen weiter von einander abstehenden Metallen, wie zwischen Bley und Silber, nicht größer zeigt, indem dadurch nicht nur die lebhaftesten Zusammenziehungen und Krämpfe in den Muskeln eines unverfehrten oder wenigstens nur abgezogenen Frosches erregt, sondern sogar auch bey der gehörigen Applicirung an die Zunge der saure Geschmack hinreichend merklich hervorgebracht wurde.

Was die Politur und den metallischen Glanz betreffe: so habe er gefunden, daß wenn zwey Stücke des Bleystreifens, wovon einer auf dem Rücken, der andere an den Schenkeln des auf die beste Weise präparirten Frosches angebracht

werde,

werde, nichts vermögen, um irgend eine Bewegung oder Zusammenziehung der Muskeln zu erwecken, daß, sagt er, es zur Hervorbringung dieses Effects hinreichend sey, das eine von den Bleystücken oben ab zu schaben, so daß es frischen Glanz erhält, und mit dieser glänzenden und spiegelnden Oberfläche an seine vorige Stelle zu legen. Das Vermögen desselben verliere sich jedoch in längerer oder kürzerer Zeit wieder, so wie das Metall durch Berührung mit der Luft wieder anlaufe und seinen Glanz verliere. Sind beyde Stücken Bley zu gleichem Glanze und zu gleicher Glätte gebracht worden, so gelingt der Versuch nicht weiter, oder nicht so gut, als wenn das eine so bleibt, wie es ist.

Wenn er endlich alle Sorgfalt anwendete, daß die beyden metallischen Armaturen, die entweder an die Gliedmaßen des Frosches unmittelbar, oder an das Wasser, oder an die feuchten Körper, zwischen welchen sich derselbe befand, angebracht waren, so viel als möglich gleich waren; wenn er an der einen und der andern Stelle Streifen oder Drähte von Gold und Silber, die von einerley Stärke genommen waren, anbrachte: so sahe er bey der Herstellung ihrer Verbindung unter einander entweder durch unmittelbare Berührung oder vermittelst eines andern metallischen Bogens niemahls, oder fast niemahls, Convulsionen in dem Frosche entstehen, so lebhaft auch das Thier und so frisch es nach der besten Präparationsart war.

Wenn nach diesem Allen verschiedene behaupten wollen, daß wenigstens in den Fällen, wo zwey gleiche Metalle oder zwey Ende desselben Metallstücks zur Erregung starker oder schwacher Contraktionen und Bewegungen in dem nach seiner Art präparirten Frosche dienen, die Erregung des elektrischen Fluidums nur durch die Organe des Thieres selbst bewirkt werde, und daß folglich die wahre thierische Elektricität in dem von selbiger genommenen Sinne noch bestehe: so antwortet Volta, daß er läugne, daß solche Metalle vollkommen und durchaus gleich sind, durch welche die genannten Effecte erhalten werden, und behauptet, daß sie entweder in

der

der Wärme, oder in der Härte, oder in der Politur und dem Glanze verschieden sind, indem diese Umstände nicht wenig Einfluß haben, und in Ansehung der Kraft, das elektrische Fluidum im Wasser oder in den berührenden feuchten Körpern in Bewegung zu setzen, keinen geringern Unterschied zu Wege bringen könnten, als die verschiedene Beschaffenheit einiger Metalle thut.

Es ist außer Zweifel, sagt **Volta**, daß die Empfindung, welche die Zunge von einer bekannten galvanischen Operation erhält, von einem Strome elektrischer Flüssigkeit erhalten werde, oder indem man ganz dieselbe Empfindung von saurem Gaschmacke erhalte, wenn man die Spitze der Zunge an den positiv elektrisirten Conduktor der Maschine hält, oder auch in das Wasser eines damit verbundenen Gefäßes steckte. Eine andere sehr merkwürdige Thatsache sey es, daß, wenn man den Versuch umkehre, und das Silber statt des Zinks die Spitze der Zunge berühre, man entweder keinen Geschmack, oder einen andern ganz vom erstern verschiedenen, scharfen, brennenden, gleichsam alkalischen Geschmack empfindet; nicht anders, als wenn man die Zunge an den mit dem Küssen der gewöhnlichen Elektrisirmaschine verbundenen oder negativ elektrisirten Conduktor halte; ein offenbarer Beweis, daß dieser alkalische Geschmack vom elektrischen Fluidum herrühre, welches von der Spitze der Zunge ausgehe. Die Zunge also, oder irgend ein Theil von ihr, an sich und im natürlichen Zustande, strebe weder elektrisches Fluidum zu geben, noch zu empfangen; sondern sie gebe oder empfange es vermöge der eigenthümlichen Kraft der Metalle, je nachdem Zink oder Silber, es sey unmittelbarer Weise, oder vermittelst des Wassers, oder eines andern feuchten Körpers, daran applicirer sey; die Zunge sey also bloß leidend, und die Metalle seyn dagegen thätig; diese seyn in den erwähnten Versuchen die wahren Erreger, die Incitatoren des elektrischen Stromes. Das, was er vom Silber und Zink behaupte, gelte von zwey andern Metallen, die verschieden seyn, es sey der Art und dem Wesen nach, oder in Ansehung der

einen

einen oder der andern zufälligen Modification; es sey bloß der Umstand in Betrachtung zu ziehen, der zu seinem Zwecke viel beytrage, daß die Wirkungen von desto geringerer Energie seyen, je weniger die zum Versuche angewandten Metalle in ihrer Fähigkeit, das elektrische Fluidum zu erregen, in dem Vermögen, bey der Berührung feuchter Körper dasselbe abzustoßen und anzuziehen, von einander verschieden seyen; mit einem Worte, je weniger sie in der im Anfange angeführten Ordnung von einander abstehen. Das, was er von der Zunge sage, gelte auch von andern Muskeln, und den zu ihrer Bewegung dienenden Nerven, auch von diesen allein; denn um die Zusammenziehungen der der Willkür unterworfenen Muskeln zu erregen, sey es keines Weges nothwendig, daß das elektrische Fluidum von diesen zu jenen, oder von jenen zu diesen trete; sondern es sey hinreichend, daß es durch einen ganz kleinen Strich des Nerven allein gehe, wie es z. B. der Fall sey, wenn man den Nerven mit einer silbernen Pincette von der andern entweder unmittelbar berühren lasse, oder sie auch durch irgend ein metallisches Mittel mit einander in Verbindung setze.

Könnte man hier aber nicht, zwar nicht Aehnliches mit einer Leidner Flasche, doch irgend ein präexistirendes aufgehobenes Gleichgewicht des elektrischen Fluidums zwischen den benachbarten Theilen des Nerven selbst annehmen? Er glaube nicht, daß sich so etwas hier behaupten lasse; wohl aber sey die Berührung der beyden verschiedenen Metalle die Ursache, daß hier das elektrische Fluidum in Bewegung gesetzt und bey seinem Durchgange durch den kurzen Strich des Nerven zu diesen Metallen selbst, ihn reitze; durch diesen in dem Nerven in Bewegung gesetzten elektrischen Stimulus, welcher wirksamer und zur Erregung der Nervenkraft geschickter sey, als jeder andere, entstanden in den ihm unterworfenen Muskeln die Zusammenziehungen, auf welche Art, das wüßten wir nicht; der an zwey Stellen von verschiedenen Metallen berührte Nerve werde hierbey ganz so gereitzt, als in den Nerven des Geschmacks auf der Spitze der Zunge, oder in dem

des Gesichtes auf dem Boden des Auges in seinen andern schon erzählten Versuchen durch diese verschiedenen Metalle ein Reitz veranlaßt, und im letztern Falle auch ein beschwerliches Brennen in der Nähe der Augenlieder erregt werde.

Es stehe also die in der That bewundernswürdige Action der Metalle auf das elektrische Fluidum bey der jedesmahligen Applicirung an Wasser, oder andere unterschiedene Flüssigkeiten, oder an damit geschwängerte Körper, fest; und je offenbarer sich diese zeige, die er metallische Elektricität zu nennen wünschte, je mehr sie sich thätig und ausgebreitet zeige, desto mehr fielen die vorgefaßten Meinungen für die andere dahin, welche von **Galvani** thierische Elektricität genannt, und auch von ihm im Anfange, doch mit großen Modificationen, verstanden und behauptet worden sey. Diese müsse, seinem Bedünken nach, ungeachtet der Bemühungen, welche sich einige Vertheidiger derselben zu ihrer Behauptung gaben, ganz wegfallen, wenn man überlege, daß außer den Metallen, den Erzen und der Holzkohle, kein anderer Leiter, wenn man ihn zur Armatur anwende, geschickt sey, weder den elektrischen Geschmack auf der Zunge, noch das Leuchten im Auge, noch das Brennen, noch irgend eine Bewegung in den Muskeln des lebhaftesten und aufs beste präparirten Frosches hervorzubringen. Wenn sich das elektrische Fluidum in den Organen des Thieres in einem Zustande des Mangels vom Gleichgewichte befände, so daß es nach dem obern Theile hin überflüssiger wäre, als in dem untern, oder umgekehrt, wenn es in dem Nerven und in dem Innern des Muskels, worin sich derselbe verbreite, mehr angehäuft wäre, als nach dem Aeußern des Muskels zu, wie es **Galvani** behauptet habe; wenn das elektrische Fluidum auf diese oder eine andere imaginäre Weise in dem Körper eines Thieres, z. B. eines präparirten Frosches, dessen Hinterschenkel in einem mit Wasser gefüllten Glase hängen, und dessen Rumpf mit dem Rückenmark sich in einem andern Glase befinde, ungleich vertheilet wäre; und wenn bey der angebrachten leitenden Verbindung zwischen dem einen Glase und dem andern durch einen

einen metallischen Bogen, die heftige krampfhafte Bewegung der Schenkel daher rührte, daß das Fluidum gänzlich ins Gleichgewicht gebracht würde, warum, fragt er, erfolgen nicht dieselben Bewegungen, warum bleibt der Frosch vollkommen ruhig, wenn man sich statt der Metalle eines andern guten Leiters, einer Saite, eines Holzes, eines Pappenstreifen, oder anderer Körper, die feucht und mit Wasser benetzt oder getränkt sind, oder zweyer Finger, als Auslader bedient, oder auch in jedes Glas eine Hand steckt? Auf die Einwendung, daß dieß nicht hinlänglich gute Leiter seyen, antwortet Volta, daß sie es mehr als nöthig sind, wie es die oben angeführten Erfahrungen erweisen, wobey zwey, drey, vier Personen, ja bis funfzehn, zwanzig, und angefeuchtete wollene Bänder, lederne Riemen, Pappenstreifen, grüne Baumzweige, und lange Strecken von feuchtem Estrich, wenn sie den Zirkel ausmachen halfen, nicht verhinderten, daß der präparirte Frosch erschüttert werde, daß die Spitze der Zunge den Geschmack empfand, daß der Boden des Auges einen momentanen Lichtschein erhielt, so bald nur ein Theil dieses Zirkels, nahe oder fern von dem Frosche selbst, von der Zunge selbst, von dem Auge selbst, durch zwey verschiedene Metalle, besonders von Silber und Zink, die unter einander durch unmittelbaren Contact oder durch andere Metalle dazwischen, in Verbindung gesetzt wurden, gebildet wurde. Hier seyen also eine lange Reihe von Personen, der feuchte Boden und andere benetzte Körper hinreichend leitend, um den Strom der elektrischen Flüssigkeit, der den Frosch erschüttern kann, ohne viele Schwächung durchgehen zu lassen. Werde man ihm nun noch sagen, daß eine Person allein, welche die eine Hand in das Wasser des einen Glases, und die andere in das andere halte, oder ein Streifen von ganz feuchter und nasser Pappe, oder ein anderer ähnlicher Leiter, nicht guter Leiter genug sey? Werde man noch behaupten, daß solche Körper die Entladung der elektrischen Flüssigkeit aus dem Theile, worin man sie angehäuft annehme, in den andern, worin sie mangeln soll, bey einem Frosche, der auf der einen Seite

mit den Füßen, auf der andern mit dem Rumpfe, in zwey Gläsern mit Wasser hange, aufhalten oder verzögern? Vielmehr sollten wir sagen, daß eine solche Ladung, ein solcher Ueberfluß und Mangel der elektrischen Flüssigkeit in den respectiven Organen des präparirten oder nicht präparirten Thieres nicht existire, daß dieß Fluidum vielmehr darin im natürlichen Gleichgewichte sey, wie in allen andern Körpern; daß folglich der leitende Bogen, der von einer oder mehreren Personen, von Leder, von Tuch, von Pappe, oder von einem andern benetzten Körper, überhaupt von nicht metallischen Leitern gebildet werde, nichts weiter dabey thun könne, als die Stelle eines Leiters zu vertreten, keines Weges dieß Gleichgewicht stören oder aufheben, und keinen Strom der elektrischen Flüssigkeit veranlassen könne, welcher zu den Nerven und Muskeln des in dem Kreise befindlichen Thieres trete, so irritire und in Bewegung setze: diese Effecte erfolgten nur jedes Mahl dann, wenn in die Kette, woraus der ununterbrochene Kreis bestehe, metallische Körper oder Kohle traten; dieß beweise evident, daß diese metallische Körper und Kohlen, außer den andern Leitern, gemeinschaftliche Kraft, das elektrische Fluidum, das bey gestörtem Gleichgewicht durch eigene Kraft von einem Orte zum andern zu treten strebe, frey durchgehen zu lassen, auch noch das besondere und bewundernswürdige Vermögen besäßen, auf dieses Fluidum, wenn es auch im Gleichgewichte und Ruhe sey, zu wirken, und es in Bewegung zu setzen, es sey nun durch Abstoßen oder durchs Anziehen; und zwar besitze das eine Metall mehr, als das andere, oder thue es in Beziehung auf das andere auf entgegengesetzte Art; daher komme es nun, daß, wenn der leitende Kreis unterbrochen sey, das elektrische Fluidum in einen beständigen Wirbel komme; daß überhaupt die Metalle, viele metallische Erze und Kiese, und die Kohle sich nicht als bloße Leiter verhielten, sondern überdem noch als wahre Erreger und Excitatoren der Elektricität. Die ganze Zauberey beruhe also auf den Körpern aus der Klasse der Metalle, zu welchen man noch, wegen der Aehnlichkeit

lichkeit des Vermögens, einige vegetabilische und thierische Kohlen setzen könne.

Wenn es aber so sey: wenn man ohne diese, mit bloßen feuchten Leitern, auch in sehr lebhaften und aufs Beste präparirten Fröschen schlechterdings keine Wirkung erhalte; und im Gegentheil durch Dazwischenkunft der erstern, besonders bey Anwendung derjenigen, die in Ansehung des angezeigten Vermögens in der Ordnung sehr von einander abstünden, wie des Silbers und Zinnes, oder besser des Silbers und Zinks, die stärksten Muskelbewegungen in den schwächsten und erschöpften Fröschen, noch viele Stunden lang, und sogar einen, zwey und mehrere Tage hindurch, nachdem sie zerschnitten worden seyn, und bey mannigfaltiger Abänderung der Versuche, erregt werden: so sey doch wohl Grund vorhanden, es viel mehr metallische Elektricität als thierische Elektricität zu nennen; denn die Metalle erregten sie wirklich, und sie seyen es ursprünglich, welche dem elektrischen Fluidum Bewegung gäben; die lediglich passiven thierischen Organe fühlten es nur, so bald es auf diese oder auf eine andere Art erregt worden sey, und sie durchdringe besonders die Nerven; diese fühlten es um desto stärker, je gedrängter der Strom dieses Fluidums sey, der durch sie gehe, der aber immer durch eine äußere Ursache veranlaßt werde. Werde solcher Gestalt den thierischen Organen jede eigenthümliche elektrische Action, die nämlich von einem innern Princip abhange, wieder genommen — müßten wir die schöne Idee, welche die ersten Versuche von Galvani veranlaßten, wieder aufgeben: so müßten dagegen die Organe, besonders die Nerven, und die der Willkür unterworfenen Muskeln als einfache Elektrometer von einer neuen Art und einer bewunderungswürdigen Empfindlichkeit betrachtet werden.

Gleichwohl will Sjöstén *) durch Versuche direct beweisen, daß der Mensch eine eigene, innwohnende, freye Elektricität häge, oder von derselben umgeben werde.

*) Vetenkk. academ. Nya. Handlingen. Stockholm. 1800. 1. Quart.

1) Bey mehreren Versuchen mit dem Bennet'schen Elektrometer fiel es ihm ein, zu untersuchen, wie stark er wohl die mit Goldfirniß überzogene Scheibe mit der Hand reiben müßte, um die Goldblättchen aus einander zu treiben, und Elektricität bemerkbar zu machen. Er strich daher mit dem untern Theile der geschlossenen Hand ganz leise über die Messingscheibe, wodurch so starke Elektricität erregt wurde, daß die Goldblättchen an die Wände des Gefäßes anschlugen, als wenn sie der schwache Funke einer Elektrisirmaschine getroffen hätte. Mit dem verminderten Streichen verminderte sich auch die Elektricität, doch hörte sie nicht mit demselben zugleich auf; es entfernten sich die Goldblättchen noch bedeutend, wenn man bloß den untern Theil der Hand auflegte, und plötzlich wieder abhob. Mit der flachen Hand glückte der Versuch nicht so leicht, und oft war dann die Elektricität unmerkbar. Wurde aber der bloße Arm, oder der Ellbogen, auf die Scheibe gelegt, ohne im mindesten zu reiben, schnell wieder in die Höhe gehoben: so fuhren die Goldblättchen alle Mahl mit negativer Elektricität, und oft so stark aus einander, daß sie die Wände des Glases berührten, besonders dann, wenn Arm und Scheibe zugleich mit der andern Hand berührt wurden, ehe man den Arm wieder aufhob. Im Allgemeinen schien dadurch die Elektricität sehr verstärkt zu werden.

2) Um zu sehen, was verändert werden möchte, wenn er sich isolirte, stellte er sich auf den Isolirschemel; aber es erfolgten alle die nämlichen Erscheinungen, nur mit der Ausnahme, daß die, immer noch negative, Elektricität schwächer zu seyn schien.

3) Darauf wusch er mit Weingeist den Firniß, welchen er als die Hauptursache dieser Erscheinungen ansah, ab, und wiederhohlte den Versuch; er glückte nun nur dann, wenn der Arm auf der Scheibe lag und plötzlich aufgehoben wurde. Durch Reiben mit der Hand konnte er nicht die geringste Elektricität hervorbringen, und durch Reiben mit dem Arme nicht bedeutend mehr, als durch bloßes Auflegen und schnel-

les

les Abheben desselben. Die Elektricität war nun auch negativ, und schien sich nicht so stark als vorher durch eine leitende Verbindung zwischen dem Arme und dem Messing zu vermehren.

4) Weil das Reiben der Kleidung an dem Körper diese Wirkung verursachen konnte, entkleidete er sich völlig, berührte mehrere Theile mit verschiedenen Leitern, um alle durchs Reiben erzeugte Elektricität wegzunehmen, und fand jene Versuche, die er isolirt und nicht isolirt wiederhohlte, immer so wie im Vorhergehenden.

Vergebens suchte er durch die Berührung verschiedener Theile des Körpers mit der Messingscheibe einige Veränderung von negativer zur positiven Elektricität zu bewirken, und durch Reiben des Armes mit Wolle, Leinewand und Seide stärkere Elektricität zu erregen. Sie schien dadurch vielmehr geschwächt zu werden, da die Ausdehnung verstärkt wurde. Das Einzige, was er zu finden glaubte, war, daß die Theile des Körpers, welche starke Ausdünstung hatten, nicht die geringste Spur von Elektricität gaben. Hände und Füße, die Gruben unter den Armen und Knien u. s. w. konnten diese Erscheinung nicht hervorbringen, wohl aber Lenden, Arme, Waden u. s. w.

5) Wurde der Arm mehrere Mahl in verschiedenen Punkten in Berührung mit der Spitze auf der Metallscheibe gebracht: so zeigte sich keine Spur von Elektricität; wurde aber eine Messingkugel von ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser auf die Messingstange geschroben, und der Arm mit ihr in Berührung gesetzt: so zeigte sich schwache negative Elektricität.

6) Mehrere Personen hatten in seiner Gegenwart die meisten von diesen Versuchen mit gleichem Erfolge angestellt. Alle erregten — Elektricität; nur ein einziges Mahl wurde durch schnelles Abheben des Arms + Elektricität erregt, obgleich dieselbe Person sonst durch denselben Versuch — Elektricität mittheilte. Noch wird bemerkt, daß man nach mehrern auf diese Weise angestellten Versuchen dieses Vermögen verliert.

7) Hieraus, glaubt Sjösten, scheine unzweifelhaft zu folgen, daß der menschliche Körper eine eigene freye negative oder positive Elektricität an sich habe, welche, ob sie gleich sehr schwach ist, doch, auf einer großen Oberfläche gesammelt, hinreicht, ihr Daseyn durch das Auseinanderfahren der Goldblättchen anzugeben. Daß man diese Elektricität nicht durch eine Spitze den Goldblättchen mittheilen könne, möge wohl daher rühren, daß die Anziehung der Elektricität gegen den Körper so stark sey, daß sie nicht die entgegengesetzte Elektricität in der Spitze erwecken könne, welcher Umstand zur Mittheilung der Elektricität durch die Spitzen nothwendig sey. Wenn im Gegentheil der Arm auf der Scheibe oder der Kugel liege, wo sich die schwache aber freye Elektricität gleichmäßig unter den Arm und das Metall vertheilen müsse: könne man durch schnelle Wegnahme des Arms die Anziehung, welche diese Elektricität zum Metalle habe, so schnell nicht überwinden, daß sie dem Arme folgte; sie bleibe daher zurück, und bringe jene Erscheinungen hervor. Daß diese Elektricität sich wirklich frey in dem Menschen befinde, scheine besonders daraus zu erhellen, daß sie nicht durch Reibung erweckt werden könne.

8) Um diesen Versuch mit Sicherheit anzustellen, müsse man nicht schwitzig seyn, und das Elektrometer durch Erwärmung von aller Feuchtigkeit befreyet haben.

Indeß scheint Herr Gilbert hierbey ganz richtig zu bemerken, daß vielmehr alle diese angeführten Erscheinungen durch Elektricitätserregung zwischen Leitern aus beyden Klassen, dem Metalle und dem menschlichen Körper herrühren möchten, worüber bereits Volta aus seinen Versuchen das Resultat aufgestellt habe: die einfache Berührung der Metalle mit Halbleitern errege in den Metallen mehr oder weniger eine negative Elektricität, welche durch Druck schwächer, ja bisweilen sogar positiv werde. Da aber auch hier Arm und Metall sich in einer großen, wohl polirten Fläche berührten: so verrichteten sie zugleich das Geschäft von Erregern und von Condensatoren. Dieß erhält dadurch noch mehr

Wahr-

Wahrscheinlichkeit, daß durch Berührung des Metalls, während der Arm darauf lag, mit dem Finger des andern Arms die Elektricität sehr verstärkt wurde, und daß bey Berührung einer Spitze mit dem Arme kein Zeichen von Elektricität wahrzunehmen war. Auch sind wahrscheinlich Arm und Metall ein viel besserer Condensator, als zwey polirte Metalle, da beym Anschmiegen des Armes an die Ebene eine viel genauere Berührung als zwischen zwey Metallen Statt findet. Daraus würde sich die starke Divergenz des Goldblattelektrometers erklären lassen.

Einige neue Schriften hierüber sind: **S. C. G. Pfaff** über thierische Elektricität und Reizbarkeit: ein Beytrag zu den neuesten Entdeckungen über diesen Gegenstand. gr. 8. Leipz. 1795. — **J. Grundmann's** Abhandlung über die Eigenschaften und Wirkungen der thierischen Elektricität. 8. Breslau, 1803.

Elektricitätssammler. (Zus. zur S. 6. Th. II.) **Nicholson** a) hat ein artiges Instrument unter dem Nahmen eines **kreiselnden Collektors** erfunden, auf dessen Idee er schon im Jahre 1787 durch eine Unterredung mit **Bennet** gekommen war. **Bennet** hatte ihm nämlich seine Methode gezeigt, wie er den Duplikator von der ihm anhängenden eigenthümlichen Elektricität dadurch größten Theils zu befreyen suche, daß er, während alle Theile mit der Erde in Verbindung stehen, eine Zeitlang mit ihm operire, hatte aber dabey bemerkt, daß, wenn er ein Instrument verfertigen sollte, welches von dieser Elektricität ganz frey sey, er einen einfachen Condensator, und nicht den Duplikator wählen würde. Wie er dieses meinte, verstand **N.** nicht sogleich, **B.** detaillirte es ihm aber so, daß er, von dem Nutzen eines solchen Instruments überzeugt, sich selbst daran machte und bald folgendes zu Stande brachte, welches er **Banks** und Andern zeigte, und welches noch in demselben Jahre zum Dr. **van Marum** kam.

a) *Nicholson's journal of natural. philos.*

Die Fig. 26. stellt einen vertikalen Durchschnitt dieses Instrumentes vor. An die metalleue Vase A ist eine lange stählerne Achse befestiget, welche durch die der Länge nach durchbohrte Säule h bis zum Fuße k hinabgeht, und sich hier in eine Spitze endiget, die bey c in einer schicklich gestalteten Pfanne ruht. Man faßt die Vase beym obern Knopf zwischen dem Daumen und einem Finger, und schnellt sie kreiselartig umher; ihr Gewicht dient, diese dem Spinnen ähnliche Bewegung länger zu erhalten. Die schattirten Theile d und e stellen zwey kreisförmige Glasscheiben vor von beynahe $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Die obere Scheibe ist an die Vase, die untere an die Säule befestiget. Die untere Platte trägt in entgegengesetzten Enden eines Durchmessers zwey eingekittete Metallhaken f und g, zu welchen die Löcher in die Schärfe der $\frac{3}{20}$ Zoll dicken Scheibe eingeschliffen sind. Auf dieselbe Art sind in der obern Scheibe zwey kleine Schweife von feinem, abgeplatteten Silbertressendrahte befestigt, die sich so herabbiegen, daß sie bey jedem Umschwunge an die Haken schlagen, doch sonst frey in der Luft schweben, ohne einen andern Theil des Instruments zu berühren. Indem die Scheibe angezogen oder zurückgedrehet wird, lassen die beyden Glasscheiben sich von einander entfernen oder sich nähern und in jeder beliebigen Entfernung feststellen. Die einander zugewendeten Seiten der beyden Glasscheiben sind mit dünner Zinnfolie so belegt, wie es ihre Abbildung bey m und n zeigt, und zwar ist l die untere, m die obere Scheibe. Von den beyden Drähten der letztern steht jeder mit der ihm zunächst liegenden Hälfte der Belegung in leitender Verbindung. Eben so der Haken f der untern Scheibe. Der Haken g ist dagegen völlig isolirt, und lediglich dazu bestimmt, mit dem elektrischen Körper oder dem atmosphärischen Conduktor verbunden zu werden. Dafür steht die nach g zu liegende Hälfte der Belegung beständig auf dem Fußgestelle h und mithin auch mit der Erde in leitender Verbindung.

Wird nun der Apparat in Umſchwung geſetzt, ſo iſt der Erfolg dieſer: einer der Drahtſchweiſe der obern Scheiben ſchlägt an den Haken g, und theilt dadurch ſeiner Belegung den elektriſchen Zuſtand von l, doch wegen der Nähe der nicht iſolirten, den gerade gegenüber ſtehenden Hälften der untern Belegung in einer ſo viel Mahl größern Intenſität mit, als die verſtärkte Elektricität die einfache übertrifft. Nach einer halben Umdrehung ſchlägt derſelbe Draht, der zuvor g berührte, an den gegenüber ſtehenden Haken f. Dann bilden dieſer Haken, der Draht und die beyden mit ihnen verbundenen Belegungen eine einzige iſolirte Metallmaſſe, ohne Ladung, in welcher die jetzt nur einfache Elektricität der ganzen Ladung, welche die obere Belegung bey g erhielt, enthalten iſt. Da in dieſer Maſſe die beyden Belegungen den elektriſchen Brunnen Franklin's bilden: ſo treiben ſie alle ihre Elektricität nach dem Haken und dem Drahte zu, und der Haken bleibt es, während der Draht ſich mit ſeiner Belegung fortdreht; um im Berühren mit g ſich aufs neue wie zuvor zu laden, und auch dieſe Elektricität wieder an den Haken f abzuſetzen. Dadurch werden die Elektrometerkügelchen, welche an dieſem Haken hängen, gar bald zum Divergiren gebracht. Es iſt kaum nöthig zu bemerken, daß zwey Belegungen an die obere Scheibe bloß deßhalb angebracht ſind, um die Operation auf das doppelte zu beſchleunigen, da immer, während ein Draht die Elektricität in ſich aufnimmt, der andere ſie abſetzt, und daß ſich ein Golddraht-Elektrometer mit Nutzen ſtatt der Korkkugeln anbringen läßt.

Es beſteht alſo das Geſchäft dieſes kreiſelnden Inſtrumentes darin, eine beträchtliche Menge zerſtreueter Elektricität in einem kleinen Raume zu ſammeln; aber darum verrichtet es doch nicht genau ein und daſſelbe Geſchäft mit Volta's Condenſator und Cavallo's Collektor, wie die Erfinder ſie beſchrieben haben. Denn ſind dieſe letztern Inſtrumente nur klein, ſo können ſie die Verbindung mit einem Elektrometer von einer beträchtlichen Oberfläche nur eine ſehr geringe Intenſität hervorbringen, indeß es ſo gut iſt, als

wenn

wenn das kreiselnde Instrument, außer dem großen Vorzuge der Leichtigkeit im Operiren, auch eine unbestimmbar große Oberfläche hätte. Diese Vorzüge, so wie sie sich finden, machen indeß den einzigen Unterschied zwischen ihm und jenen beyden Instrumenten aus.

Elektricitätsverdoppler. (Zus. zur S. 7. Th. II.) Herr John Read *) hat einige Versuche und Beobachtungen mit dem Elektricitätsverdoppler in Hinsicht seiner wirklichen Nutzbarkeit zur Untersuchung der Elektricität der atmosphärischen Luft in verschiedenen Graden ihrer Reinheit angestellt, von welchen das Wesentlichste angeführt zu werden verdient. Hr. Read hatte bewiesen, daß die Elektricität des Duplikators ganz allein von dem gewöhnlichen elektrischen Wasserdunste in der Atmosphäre herrühre, und dadurch die Ungewißheit in Ansehung der elektrischen Action dieses sinnreichen Instruments entfernt. Um daher den Duplikator zur Untersuchung der atmosphärischen Elektricität anzuwenden, gebrauchte er dazu denselben mit seiner unisolirten Drehscheibe, während sie der feststehenden Scheibe, welche isolirt ist, gegenüber steht; indem in Hinsicht auf Isolirung, diese Stellung des Duplikators genau den isolirten und nicht isolirten Theilen seiner hohen und nicht zugespitzten Stange entspricht, und so auch seine elektrische Anhäufung bey allen schwachen Elektrisirungen der Atmosphäre immer dieselbe bleibt.

Einige vorhergegangene Beobachtungen brachten ihn auf die Vermuthung, daß die Luft dadurch, daß sie auf verschiedene Weise, wie durch Athmen, Fäulniß u. dergl. selbst im geringen Grade verdorben wird, einen Antheil ihrer natürlichen Elektricität entläßt, und folglich negativ elektrisirt wird. Diese Vorrichtungen schienen folgende Thatsachen zu bestätigen. Herr Read war oft über die Beständigkeit der negativen Ladung des Duplikators in seinem Zimmer, das er gewöhnlich beobachtete, erstaunt, während in der freyen Luft, und oft in dem benachbarten Zimmer der Duplikator positive

*) Philos. Transact. Vol. for the year 1794. P. II, p. 266. übers. in Gren's Journ. d. Phys. B. II. S. 70 ꝛc.

positive Elektricität gab; diese Verschiedenheit konnte er in nichts weiter finden, als der Respiration und Ausdünstung seines Körpers. Daher war er neugierig zu erfahren, ob durch dieselben Mittel eine Veränderung in dem elektrischen Zustande der Luft im großen Zimmer bewirkt werden könnte, und stellte den Versuch am 9. Jul. 1793. an. Das Wetter war sehr heiß und heiter, das Thermometer 75°; er ersuchte eine andere Person, sich mit ihm in dieses Zimmer 20 oder 30 Minuten lang zu stellen, während Thür und Fenster zugemacht waren; er stellte sich beynahe in die Mitte und seinen Gehülfen zur Seite des Zimmers. Als er nach 20 Minuten in starker Ausdünstung war, so zeigte der Duplikator, seiner Erwartung gemäß, negative Elektricität an.

Auf gleiche Art untersuchte er den elektrischen Zustand seines Schlafzimmers kurz zuvor, ehe er schlafen ging, und fand ihn positiv; am folgenden Morgen um 6 Uhr ward sein Duplikator schnell negativ elektrisirt. Er wunderte sich, bey der Action des Duplikators wahrzunehmen, daß die Luft im Zimmer in einem hohen Grade ihre isolirende Eigenschaft verloren hatte; denn obgleich der Duplikator bey jeder Umdrehung Elektricität stark genug anhäufte, um ihm ihre Art erkennen zu lassen: so wurde doch auch seine elektrische Ladung so schnell abgeführt, als sie erhalten wurde.

Durch diese und andere Versuche, die in Hospitälern und andern Orten, wo starke Ausdünstungen Statt fanden, angestellt wurden, wurde Hr. **Read** überzeugt, daß Luft, welche durch thierische Respiration oder durch vegetabilische Fäulniß inficirt ist, stets negativ elektrisirt ist, wenn zu derselben Zeit die umgebende Luft der Atmosphäre positiv ist.

Herr **Bohnenberger** *) fand von allen Einrichtungen des Bennetschen Elektricitätsverdopplers, auf die er gekommen war, folgende als die einfachste, welche die wenigste Arbeit

*) Beschreibung unterschiedlicher Elektricitätsverdoppler, von einer neuen Einrichtung nebst einer Anzahl von Versuchen über verschiedene Gegenstände der Elektricitätslehre, m. K. gr. 8. Tübingen, 1798.

Arbeit erfordert, das Instrument so klein und geschmeidig zu machen erlaubt, als man nur immer will, und befriedigte ihn nach der Ausarbeitung so, daß, nachdem er eins mit 3zölligen Scheiben vollendet hatte, er sogleich noch zwey andere, eins mit zweyzölligen, das andere mit 6zölligen Scheiben verfertigte. Die Fig. 27. stellt das mit Scheiben von 2 Zoll im Durchmesser vor. Die hölzerne Säule B, welche in einem 7 Zoll langen, 3 Zoll breiten und $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Brete A befestigt steht, ist in ihrem untern $2\frac{1}{2}$ Zoll hohen Theile $1\frac{1}{2}$, im obern 2 Zoll hohen 5 Linien dick. An diesen obern Theil sind zwey gebohrte Stücke C und D angesteckt, jedes einen Zoll hoch und 15 Linien dick. Zwey massive, 2 Linien dicke, und so weit sie sichtbar sind, 2 Zoll lange Glasstängelein a und b sind mit ihrem einen Ende in diese Stücke C und D, und mit dem andern in die hölzernen mit Stanniol überzogenen Scheiben E und F, welche 2 Zoll im Durchmesser und ungefähr 4 Linien Dicke haben, festgemacht. Das dritte Scheibchen G, welches $\frac{1}{2}$ Zoll dick ist, hat auf der untern Seite im Loche, in welchem das massive, 3 Zoll hohe und 3 Linien dicke Glassäulchen H steht, das genau senkrecht in das Fußgestelle befestiget seyn muß. Der Handgriff I ist in das Stück D verzapft, und in seine untere Hälfte bis auf die halbe Dicke ausgeschnitten, damit das Stück, welches mit einem eigenen Zapfen an c versehen ist, sich in diesen Ausschnitt hinein legen kann. Vermittelst dieses Handgriffs lassen sich bald die beyden obern Scheiben zugleich, bald die oberste allein vor- und rückwärts drehen.

Der Draht c, welcher mit dem einen Ende in die Säule B befestiget, mit dem andern in einen Ring gebogen ist, wird so gestellt, daß, wenn man die beyden obern Scheiben zugleich gegen ihn hindreht, ihr Rad von dem der untersten Scheibe auf $\frac{1}{2}$ Zoll in dem Augenblicke absteht, wo der Rand der obersten mit dem Ringe des Drahtes in Berührung kommt. Eben so weit entfernt sich die oberste Scheibe von der andern, wenn sie bis zum Ringe des Drahtes e, der im Rande der untersten Scheibe G festsitzt, geführt wird, und

diesen mit ihrem Rande berührt. Der Draht, der in das bewegliche Stück D eingesteckt ist, und sich damit umdreht, stößt in demselben Augenblicke an den Rand der mittleren Scheibe F, in welchem der Rand der obersten Scheibe den Draht e berührt. Da er, wenn man die obern Scheiben nach dem Drahte e zu drehet, über ihn weggehen soll: so muß er um eine Linie höher, als dieser, gestellet werden. An dem Drahte e wird ein feines Elektrometer f mit zwey Binsenmarkkügelchen gehängt.

Ist das Instrument so gestellt, wie es die Figur zeigt, und man will damit operiren: so legt man den Daumen an die vordere, den Zeigefinger an den obern Theil der hintern Seite des Handgriffes I, und den mittlern Finger an das Stück K an. So führet man die beyden obern Scheiben zugleich bis an den Ring des Drahtes c, und sogleich wieder zurück über die Scheibe G. Alsdann zieht man den Mittelfinger von K zurück, und dreht die oberste Scheibe allein bis an den Ring des Drahtes e, indeß die mittlere Scheibe F unverrückt stehen bleibt. Druckt man nun mit dem Daumen, so geht die Scheibe E wieder zurück, nimmt die Scheibe F, so bald sie senkrecht über sie hinkommt, mit, und beyde bewegen sich wieder mit einander bis an den Ring des Drahtes c, wie beym Anfange der Operation.

Man sieht leicht, daß die Drähte bey c und d hier das Geschäfte des Fingers beym Bennet'schen Duplicator verrichten, und man also bloß die Scheiben hin und her zu drehen braucht. Indem man z. B. der untersten Scheibe G + E mittheilt, und die mittlere F durch Vertheilung ein gleich starkes — E erhält, und um die beyden obern Scheiben nach dem Drahte c zu gedrehet werden: so wird die oberste Scheibe durch Vertheilung unten +, oben — elektrisch. Beym Anstoßen des obern Randes an den Ring des Drahtes c nehmen daher die obern Theile der Scheibe aus diesem Drahte + E in sich, und die Scheibe wird positiv. Wenn sie bis jetzt an den Draht e gedrehet wird, und dabey die untersten Scheiben über einander bleiben, und zu gleicher Zeit

G durch den Draht e mit der untersten Scheibe, F durch den Draht d mit dem Gestelle und der Erde in leitende Verbindung kommt: so wirkt die untere mit doppelter Kraft auf die mittlere, die also wieder etwas + E durch den Draht d austreibt, wodurch sie stärker negativ wird, folglich auch die obere Scheibe durch Vertheilung wieder stärker + E als zuvor ertheilen kann. Bey dieser Operation erhält zwar die untere Scheibe immer mehr + E aus der obersten; diese aber aus dem Drahte c und aus dem Gestelle, und eben so setzt die mittlere Scheibe F immer mehr + E an den Draht d und das Gestelle ab; die Verdoppelung wird also durch Mittel bewirkt, die von außen her auf die Scheiben wirken.

So bald die Verdoppelung in Etwas zugenommen hat, sieht man die Kügelchen des Elektrometers f aus einander gehen, und in der Folge immer weiter, bis endlich die unterste Scheibe so stark positiv, und die mittlere so stark negativ wird, daß sich jene in diese entladet, und eine Explosion erfolgt. Bey so kleinen Scheiben hört man diese zwar nicht, man bemerkt sie aber an dem Elektrometer, dessen Kügelchen in dem Augenblicke wieder zusammen fallen. Bey dem Instrumente mit dreyzolligen Scheiben ist sie schon hörbar, und bey dem mit sechszolligen wird sie im ganzen Zimmer gehört.

Wegen des glücklichen Erfolgs des verbesserten Bennetschen Elektricitätsverdopplers, unternahm es Herr Bohnenberger, auch eine ähnliche Anordnung an dem Nicholson'schen Verdoppler vorzunehmen, und auch hier schien Alles seiner Erwartung zu entsprechen.

Das Bret A (Fig. 28.), welches zum Fußgestelle dient, ist 10 Zoll lang, 4 breit und ½ Zoll dick, und die in dasselbe befestigte Scheibe B hat dieselbe Gestalt als im vorigen Instrumente, nur daß sie etwas höher und dicker ist (der untere 2¼ Zoll hohe Theil ist 1¾ Zoll, der obere 5 Zoll hohe 3 Linien dick). Die daran gesteckten cylindrischen Stücke C und D sind jedes 1½ Zoll dick und 2 Zoll hoch, und zwischen beyden befindet

befindet sich hier ein Ring L, der vermittelst der Stellschraube M fest angedruckt wird. Der $2\frac{1}{2}$ Zoll lange massive Glasstab a, welcher die zwenzöllige und $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Scheibe F trägt, ist in diesen Ring befestigt. Der Glasstab b, an welchem die Scheibe G von gleichem Durchmesser und ungefähr 4 Linien Dicke sitzt, ist in das Stück C, und der Glasstab c der obern Scheibe E in das Stück D befestiget, und zwar so, daß G und F, so wie F und E um eine Linie von einander senkrecht entfernt bleiben, zugleich aber die obere Scheibe E, wenn die untern F und G über einander stehen, um einen halben Zoll weit nach horizontaler Richtung von ihnen absteht.

Das massive Glassäulchen H, $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch, trägt eine von Pappe gemachte und mit Stanniol überzogene Kugel von 2 Zoll Durchmesser. Das Glassäulchen I trägt vermittelst eines kleinen hölzernen Aufsatzes den Draht e, der durch den Aufsatz durchgesteckt ist, und dessen in Ringe gebogene Enden in beyden beweglichen Scheiben E und G berühren, wenn sie in der Stellung sind, welche die Figur abbildet; und endlich der 6 Zoll lange Glasstab d, der in das Stück D, 3 Zoll unter dessen obern Ende, befestigt ist, auf ähnliche Art das hölzerne Stück g, und vermittelst dessen, den durchgesteckten Draht f, dessen beyde Endringe, in der Stellung, welche die Figur vorstellt, die Kugel und die feste Scheibe F berühren. Wird dagegen die Scheibe E senkrecht über F gebracht, so tritt sie und die Scheibe G, die sich zugleich mit ihr dreht, vom Drahte e, und zugleich der Draht f von der Kugel und der Scheibe F zurück, und dafür kömmt der Draht h mit der Kugel in Berührung.

Der Handgriff K, vermittelst dessen die Stücke C und D stets zugleich gedrehet werden, ist in das Stück D mit einem Zapfen fest gemacht, und unten mit einem Ausschnitte versehen, in welchem ein Zapfen steht, der in das Stück C eingesetzt ist, damit sich der Handgriff zugleich mit D abnehmen und wieder anstecken lasse. Doch kann man auch beyde Zapfen in den Handgriff selbst einsetzen, und ihn so einzeln

anstecken und abnehmen. Zuoberst auf die Säule B wird noch ein gewölbter Aufsatz N angesteckt.

Man sieht leicht, daß die ganze Operation mit diesem Werkzeuge in einem Hin- und Herdrehen der beyden beweglichen Scheiben, vermittelst des Handgriffs besteht. Wird in der Stellung, welche die Figur abbildet, der Kugel ein schwacher Grad von positiver Elektricität mitgetheilt: so tritt die Scheibe F, die durch den Draht f mit der Kugel zusammenhängt, aus der darunter liegenden Scheibe G einen Theil des dieser Scheibe eigenthümlichen + E durch den Draht e in die obere Scheibe hinein, welche dadurch positiv wird, aber in einem Grade, der noch auf kein Elektrometer wirkt. Wird nun beym Drehen die Verbindung der Scheiben unterbrochen, so bleiben G negativ, F und E positiv elektrisch; und kommen E und F senkrecht über einander, und zugleich E mit der Kugel in Verbindung: so wird ihr + E durch den Draht e in die Kugel getrieben. Beym Zurückdrehen kann also F wieder mehr + E aus der Kugel erhalten, treibt also noch etwas aus der Scheibe G in die obere, und diese führt es dann wieder der Kugel zu, und so geht die Operation weiter, bis F und G durch eine Explosion das elektrische Gleichgewicht wieder herstellen.

Es ist leicht, diesen Nicholson'schen Verdoppler in einen Bennet'schen von der vorhin beschriebenen Art, oder in einen, von dem die Scheiben mit dem Finger zu berühren sind, zu verwandeln. Zu erstern wird weiter nichts erfordert, als daß man während der Operation einen Finger auf die Kugel legt, oder sie sonst mit der Erde in leitende Verbindung setzt.

Der in diesem Artikel angeführte Cavallo'sche Multiplicator weicht von den Elektricitätsverdopplern sehr wenig ab, und es war daher dem Herrn Bohnenberger leicht, seine Zusammensetzungen für diese auf jenen überzutragen. Es waren dazu nur kleine Veränderungen desselben nöthig, wodurch er im Gebrauche nichts verloren, eher gewonnen hat. Herr Bohnenberger hat daher zwey neue Einrichtungen von diesem Instrumente angegeben.

Die

Die hölzerne Säule H und ihr Zapfen L (Fig. 29.), um welchen sich das hohle Cylinderstück I vermittelst des Handgriffes K drehen läßt, sind für sich deutlich. Alle vier Platten A, B, C, D sind isolirt, indem sie von Glasstäben, die in ihre Hülsen geschoben sind, getragen werden. Drey dieser Glasstäbe sitzen in der Fußplatte, der Stab G in dem Cylinderstücke I fest. Beym Drehen dieses Stücks stößt, wenn die bewegliche Scheibe mit der festen C sich berührt, der Handgriff K an einen starken Messingstift e, der auf die Säule B eingesteckt ist, und hemmt die Platte. Dasselbe geschieht durch einen zweyten, in der Figur vom Handgriff bedeckten Messingstifte, der die Platte B verhindert, sich der festen A über eine Linie weit zu nähern. In dieser Lage der beweglichen Platte B berührt der Draht b, der mit einem Ende in die Hülse derselben G gesteckt, am andern mit einem hölzernen lackirten Knöpfchen versehen ist, einen auf dem Fußbrete senkrecht stehenden Draht a. Der Draht b so wohl als der gebogene Draht c drehen sich mit dem Cylinderstücke I; berühren sich die bewegliche Platte B und die feste C mit ihren Hülsen: so stößt letzterer c an den Draht d, der aus der Hülse der Platte D senkrecht in die Höhe geht. Der Glasstab dieser Platte D ist in einem hölzernen Schieber f befestiget, vermittelst dessen sich die Entfernung der Platten C und D vergrößern oder verkleinern läßt.

Wird in der Stellung, worin die Figur gezeichnet ist, der Platte A elektrische Materie mitgetheilt: so treibt sie aus der beweglichen B einen Theil der eigenthümlichen Elektricität dieser Platte durch die Drähte b und a in den Erdboden fort. Wird nun die Handhabe K nach e zu gedrehet, so hört die Verbindung der Platte B mit dem Drahte a und dem Erdboden auf; sie ist folglich negativ elektrisch, und bewirkt, wenn sie die Platte C berührt, auch in dieser — E, indeß eben dadurch die Platte D vermittelst der Drähte d und c, + E in sich nimmt, und folglich beym Zurückdrehen der Platte B positiv elektrisch bleibt. Darauf fängt die vorige Operation wieder von vorn an, welche auf die Platten B, C, D

wieder auf dieselbe Art wirkt, und so erhält die Platte D endlich so viel + E, daß ein an ihre Hülse F gehängtes Elektrometer merklich genug divergiret, um die Art der Elektricität bestimmen zu können.

Diese Einrichtung weicht darin von der Cavallo'schen ab, daß hier auch die vierte Platte D isolirt ist, welche Cavallo auf einen Metallfuß setzt, und daher allein die der Platte A entgegengesetzte Elektricität in der Platte C anhäuft. Um diese zu untersuchen, muß er jedes Mahl erst die Platte D von ihr abrucken; eine Unbequemlichkeit, die bey Bohnenberger's Einrichtung wegfällt. Ein sehr leichtes und empfindliches Elektrometer, das man an F anhängt, erhebt sich bey jedem Berühren der Platten B und C etwas mehr, wenn man D von C etwas entfernt. Doch ist es wegen des Luftzuges besser, ein Bennet'sches Goldblattelektrometer mit F in Verbindung zu bringen, als ein Korkkugelelektrometer daran zu hängen.

Eine andere Einrichtung des Cavallo'schen Multiplikators zeigt Fig. 30. Um einen cylindrischen Zapfen C, der in dem Mittelpunkte der zehnzölligen hölzernen Scheibe A befestiget ist, läßt sich eine kleine hölzerne Scheibe B von 6 Zollen Durchmesser drehen. Sie trägt auf zwey Armen, die einander gerade gegenüber stehen (einen kürzern D, und einen längern E), vermittelst Glassäulen, die beyde gleich weit von ihrem Mittelpunkte abstehen, zwey Messingplatten. Zwey andere Glassäulen sind auf ähnliche Art in die größere Scheibe befestigt, so daß, wenn die Arme der kleinern Scheibe an sie anliegen, zwey der erstern gleiche von diesen Säulen getragene Messingplatten jenen genau parallel und etwa $\frac{1}{20}$ Zoll von ihnen entfernt stehen. F und G sind zwey Schieber von Holz, die gleichfalls jeder eine Glassäule mit einer Messingplatte tragen, und unmittelbar darneben stehen zwey in den Schieber A eingesetzte Glassäulen mit Messingplatten, die jenen in geringer Entfernung genau parallel stehen, alle vier genau so weit als die vorigen vom Mittelpunkte entfernt. Die letzten sechs Platten bleiben während der Operation unbeweglich,

lich, nur die beyden, welche auf der Scheibe B stehen, werden hin und her gedrehet. Die aus den Hülsen dieser beyden Platten hervorgehenden Drähte K und L berühren, wenn die beweglichen Platten dicht vor der ersten in A befestigten Platte stehen, zwey starke in A fest gemachte Drähte H und I, welche sich in hölzerne Knöpfe endigen. Will man weiter keine Drähte anbringen, so müssen die auf den Stäbchern F und G stehenden Platten, so oft die Scheibe B von E nach F gedrehet ist, mit dem Finger berührt werden. Sonst lassen sich auch leicht an die Hülsen F und G und an die Scheibe B Drähte anbringen, die in dieser Lage in Berührung kommen. Um die Scheibe B zu drehen, faßt man sie bey dem Knopfe M an.

Man sieht leicht, daß dieses ein doppelter Multiplikator ist; die zu verstärkende Elektricität muß den beyden Platten N und O mitgetheilt werden, und die ihr gleichartige wird in P und Q angehäuft. Zieht man die Platte Q nach der Operation heraus, und bringt sie mit N in Berührung: so wird die davor stehende Platte stärker negativ, und vermittelst ihrer P stärker positiv geladen, als es ohne dieß bey eben denselben Operationen der Fall wäre.

Endlich stellt Herr Bohnenberger noch eine Untersuchung an, in wie weit man sich auf diese Instrumente verlassen könne. Es ist bekannt, daß die Scheiben des Bennet'schen Verdopplers, wenn man sie unmittelbar auf einander legt, wegen der dabey nicht zu vermeidenden Reibung an einander kein zuverlässiges Werkzeug sind. Was aber die bisher beschriebenen Vorrichtungen betrifft, so käme es darauf an, ob dieselben, nachdem man die Scheiben von aller nicht eigenthümlichen Elektricität gänzlich befreyet hätte, ohne vorgängige Mittheilung völlig unwirksam, und ohne das geringste Zeichen von Elektricität beym Operiren blieben. In Ansehung des Bennet'schen Verdopplers läßt sich dieß nicht behaupten. Oft stellte Herr Bohnenberger einen nach seiner ersten Einrichtung bey anhaltender sehr feuchter Witterung über Nacht in ein feuchtes Zimmer, und trennte so-

gar die Scheiben von einander, daß er die eine hier, die andere dorthin legte. Brachte er sie den andern Tag wieder in das geheitzte Zimmer, so war vermittelst des Bennet'schen Elektrometers keine Spur einer Elektricität an ihnen zu entdecken; hüthete er sich aber gleich sorgfältig, sie zu berühren, und trocknete sie in der Nähe des warmen Ofens: so zeigten sich doch fast immer schon bey der 18ten, manchmahl selbst bey der 12ten Berührung der obern und mittlern Scheibe beym Operiren sichtbare Fünkchen, und bey der 24sten oder 25sten eine Explosion, wiewohl diese zu andern Zeiten, der Fünkchen ungeachtet, ganz ausblieb, oder erst nach 30, 40 und mehreren Operationen erfolgte. In diesem Falle waren die Fünkchen nicht, wie unter günstigen Umständen, fadenähnlich, sondern fast bürstenförmig, nicht rasch, sondern matt und schwach. — Die in den Scheiben auf diese Art erregte Elektricität war nicht immer von einerley Art, bald 2 oder 3 Tage hindurch negativ, bald wieder eben so lange positiv, bald änderte sie sich bey jeder Operation, gleichviel, die Platten mochten mit dem Finger oder mit einem Drahte berührt werden.

In Herrn Bohnenberger's Instrumenten zeigte sich nur selten eine Verdoppelung ohne vorgängige Mittheilung, und immer trat diese stärker ein, als wenn man dem Duplikator vor der Operation auch nur den geringsten Grad von Elektricität mittheilte. Gesetzt auch, das Instrument bewirke stets ohne alle Mittheilung eine Verdoppelung: so geben doch die Elektrometer der beweglichen Scheibe (Fig. 27.) G jeder Zeit die Art dieser Elektricität an. Es sey z. B. ohne vorhergegangene Mittheilung mit negativer Elektricität gestiegen, so ist das ein Zeichen, daß die feste Scheibe F positiv elektrisch ist. Man trenne also nun die Scheiben, so daß alle drey über ihren Wirkungskreis von einander abstehen, und berühre eine nach der andern mit dem Finger, so wie auch die Kugel, bis in ihnen mit dem Bennet'schen Elektrometer auch keine Spur von Elektricität weiter zu entdecken ist. Hierauf bringe man G und F unter einander, und

und theile der mit letzterer verbundenen Kugel die schwache Elektricität mit, die man verdoppeln und prüfen will. Ist sie negativ, so werden die Goldblättchen eines nahe bey E stehenden Bennet'schen Elektrometers gewiß sehr viel später aus einander gehen, als wenn man ohne vorgängige Mittheilung operirt, oder auch gar nicht; und dann theile man nur, ehe sie sich noch zu bewegen angefangen haben, der Kugel noch ein Mahl dieselbe Quantität der zu prüfenden Elektricität mit, so wird man sich auf das Resultat verlassen können.

Ist die Substanz, die man prüfen will, nicht elektrisch, so kann man sicher darauf rechnen, daß auch bey der fortgesetzten Operation die Zeichen der Verdopplung spät genug erscheinen werden, um daraus mit Zuverlässigkeit schließen zu können, daß sie nicht elektrisch ist. Hatte dagegen die Substanz eine entgegengesetzte Elektricität mit der Scheibe F, und z. B. gerade so viel, daß sie bey der ersten Mittheilung die Elektricität dieser Scheibe zerstörte, ohne mehr zu bewirken: so wird sich nach wiederhohlter Verdopplung die Elektricität sicher bald genug zeigen. Und eben das muß schon gleich nach der ersten Mittheilung erfolgen: so sind die Elektricitäten der Substanz und der Scheibe F gleichartig. In jedem Falle wird also das viel frühere oder spätere Divergiren der Goldblättchen im Bennet'schen Elektrometer ein sicher führendes Merkmahl seyn, woran man sich halten kann.

Wenn diese Maßregeln befolgt werden, so sagt **Bohnenberger**, werde man nicht weiter mit Cavallo behaupten dürfen, der Verdoppler sey von keinem Gebrauche, weil er stets von Natur elektrisiret ist. Ueberhaupt entsteht die Frage: sollte es wohl entschieden seyn, daß nach Cavallo's Behauptung in der ganzen Natur keine Substanz sey, welche nicht stets mehr oder weniger elektrisiret wäre, und von dem Ueberschusse, den sie einmahl bekommen habe, auf keinerley Weise wieder ganz befreyet werden könne? Cavallo schien das nur daraus geschlossen zu haben, weil die Platte seines Verdopplers ohne Mittheilung und nach allen möglichen Mit-

teln sie von Elektricität zu befreyen, doch eine Verdoppelung hervorbrachte. Allein es sey doch immer noch die Frage, ob das nicht aus andern, wenigstens eben so scheinbaren, Ursachen zu erklären seyn möchte.

Nach Herrn **Bohnenberger's** Meinung wirken zwey isolirte, unelektrische, flache Körper sogleich auf einander, als sie mit ihren Oberflächen einander genähert werden, und sich dann nicht mehr ganz in ihrem natürlichen, freyen Zustande befinden; sondern daß dabey entweder schon ein Anfang zur Vertheilung ihrer eigenthümlichen Elektricitäten gemacht, oder wenigstens das Bestreben darnach in ihnen bewirkt ist. Entfernt man sie wieder von einander, so hört auch dieses Bestreben auf, und sie sind wieder vollkommen, wie zuvor, in ihrem natürlichen, freyen, ganz unelektrischen Zustande. Das Bestreben nach Vertheilung dauert aber fort, so lange sie einander genähert bleiben, und so bald der eine auf irgend eine Art durch leitende Substanzen mit der Erde in Verbindung kommt, geht dieses Bestreben in wirkliche Action über, und in beyder Elektricität geht eine Veränderung vor. Ein Theil des natürlichen +E in dem isolirt gebliebenen Körper zieht sich nach der Seite des andern Körpers, und ein Theil seines +E weicht zurück. Jenes treibt aus dem mit der Erde in Verbindung getretenen Körper einen Theil seines +E hinaus, und zieht dafür −E herbey. Beydes geschieht in einem äußerst geringen Grade, daß wohl nie wird ein Mittel gefunden werden, die vorgehenden Veränderungen sichtbar zu machen.

Indeß ist doch schon der erste Anfang der Elektricität vorhanden, und es kommt, wie schwach man ihn auch denken will, nur auf eine Vorrichtung an, durch welche man das +E, das der eine Körper verliert, dem andern, der immer isolirt bleibt, zuführt, und wodurch der negative Zustand des einen und der positive des andern so lange vermehrt werden, bis die Luftschichte, welche beyde Körper trennt, dem Drange der beyden E, sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen, nicht mehr widerstehen kann, und der weitern

Anhäu-

Anhäufung durch eine Explosion Gränzen gesetzt werden. Und diese Veranstaltung ist im Bennet'schen Verdoppler getroffen.

Werden im Bennet'schen Verdoppler die beyden untersten Scheiben (Fig. 27.) G und F über einander gebracht: so entsteht in beyden auch ohne alle Mittheilung von Elektricität ein Bestreben nach Vertheilung, das aber, so lange beyde isolirt bleiben, ohne Wirkung ist. Berührt der Finger oder der Draht d die obere Scheibe F, so verliert sie etwas von ihrem + E, und wird nach Entfernung des Drahtes in einigem Grade negativ. Mit der obern Scheibe E nach dem Drahte c zu gedreht, zieht sich ein Theil des + E dieser letzten Scheibe aus der obern nach der untern Fläche hin; und da die Capacität nach der untern Scheibe E dadurch erhöhet wird, nimmt sie beym Berühren mit dem Finger oder dem Drahte c so viel + E wieder an, als die mittlere Scheibe F vorhin verloren hat. In diesem elektrischen Zustande bleiben die Scheiben, die mittlere negativ, die obere positiv elektrisirt, beym Zurückdrehen; und kömmt nun zugleich die obere Scheibe durch den Draht c mit der untersten Scheibe E, die mittlere F durch den Draht d mit der Erde in Verbindung: so erhält die unterste G alle Elektricität der obern Scheibe E, und die mittlere bleibt eben so stark negativ elektrisch als vorher. Es ist also so gut, als wenn das, was bey der ersten Operation der mittleren Scheibe F durch den Körper an Elektricität abgenommen wurde, sogleich und unmittelbar der untersten E mitgetheilt worden wäre. Und nun geht die Verdopplung fort, bis die Explosion erfolgt.

Bey jeder neuen Operation wirkt die unterste Scheibe G, an welche die Mittheilung geschieht, doppelt so stark auf die mittlere, und durch sie auf die obere, als bey der vorhergegangenen, und ihre abstoßende Kraft nimmt also in jeder Operation um das Doppelte zu. Ist das der Fall, so muß die Kraft, mit der sie nach der 24sten Operation auf die mittlere Scheibe wirkt, $2^{24} = 8644608$ Mahl, und bey der 30sten $2^{30} = 553254912$ Mahl so stark seyn, als die,

so viel sie bey der ersten Operation auf die mittlere Scheibe wirkt. Hieraus wird es begreiflich, wie unendlich klein die elektrische Portion seyn müsse, welche bey der ersten Berührung der mittleren Scheibe aus ihr fortgeht, und wie die untere Scheibe dieses recht wohl, ohne alle mitgetheilte Elektricität in die mittlere, bewirken kann. Denn lasse er die Scheiben seiner Bennet'schen Verdoppler mehrere Tage und Nächte lang von einander gesondert und mit der Erde verbunden stehen: so werden stets 24 bis 26 Operationen erfordert, bis sich an dem Elektrometer eine Bewegung wahrnehmen läßt, und nur noch 6 bis 8 Operationen mehr bis zur Explosion. Daß die Verdopplung so schnell bis zum höchsten Grade steigt, wenn die Elektrometer sich noch so wenig zu divergiren bequemen, werde hieraus auch begreiflich. Gesetzt mit **Cavallo**: diese Verdopplung beruhe auf einer ursprünglichen Elektricität der Scheiben, sollte wohl irgend ein Versuch möglich seyn, bey welchem eine mitgetheilte Quantität elektrischer Materie so klein und schwach wäre, und sollte es irgend eine elektrische Substanz geben, deren Elektricität 8644608 Mahl schwächer als die wäre, bey welcher das Elektrometer nur eben sich zu nähern anfängt? Wohl schwerlich; dann aber werde man immer mit Sicherheit schließen können, daß die untersuchte Substanz, die nicht frühere Zeichen der Verdopplung, als ohne alle vorgängige Mittheilung gibt, gar keine Elektricität gehabt habe. War sie elektrisch, so war sie es sicher in einem wohl höhern Grade als die Scheibe des Verdopplers, und mußte daher die Verdopplung beschleunigen. Er glaube daher nicht, was **Cavallo** behaupte, daß man sich, dieser ursprünglichen Elektricität wegen, auf den Bennet'schen Verdoppler nicht verlassen könne, und halte ihn in jedem Betracht für ein zuverlässiges Instrument, wenn man sich seiner nur mit gehöriger Vorsicht bediene.

Nehme man mit ihm die Operation ohne vorgängige Mittheilung an, so werde nicht immer einerley Elektricität hervorgebracht. Oft erhielt er Vormittags oder Nachmittags

oder

oder zwey auf einander folgenden Tagen die entgegengesetzten Elektricitäten, welches seinen Grund in zufälligen und veränderlichen Umständen haben mochte, z. B. in der Beschaffenheit der Atmosphäre und deren Veränderungen, in den Dünsten im Zimmer, in der Ausdünstung aus dem Körper des Beobachters, oder aus den Speisen und Getränken, im Ofendampfe u. s. w.; Umstände, welche anzugeben freylich unmöglich sey. Doch schiene es eine beständige Erfahrung zu seyn, daß man in unreiner Luft stets — E, in reiner alle Mahl + E erhalte. Er operirte verschiedene Mahl in seiner kleinen Schlafkammer gleich nach dem Aufstehen und erhielt — E, und unmittelbar darauf in der Wohnstube + E.

Im Nicholson'schen Verdoppler werde die Verdopplung auf eine etwas andere Art bewirkt, bey welcher gerade die Ladungen zu fehlen scheinen, unter welchen die Verdopplung ohne Mittheilung entstehe. Die Scheiben desselben und die Körper seyn und bleiben während der ganzen Operation allesammt immer isolirt, so daß sie nie mit der Erde in Verbindung kämen. Das Bestreben zweyer, die einander genähert seyn und auf einander wirkten, könne also auch nie in eine Action übergehen, daher ihr Zustand immer derselbe bleiben müsse, wie oft man auch ihre Stellung verändern möge. Ueberhaupt ist Herr Bohnenberger geneigt zu glauben, daß die Verdopplung nie ohne Mittheilung zu erhalten sey, und zweifle daher, ob die Scheiben von aller überflüssigen Elektricität befreyet gewesen, wenn er nach 200 bis 250 Operationen doch endlich eine Verdopplung erhalten habe. Man könne den Versuch wohl hundert Mahl wiederhohlen, ohne auch nur ein Mahl eine Verdopplung zu erhalten, und habe daher, wenn diese erfolge, alle Ursache zu glauben, daß auf irgend eine Art in eine der Scheiben, oder in die Kugel Elektricität von außen gekommen oder in derselben zurückgeblieben sey. Selbst das Abkehren oder Abwischen des Staubes von den Scheiben und ihren Glassäulen, wie gelinde und vorsichtig es auch geschehe, die Flamme von angezün-

angezündetem Papiere, das Anhängen und Wegdampfen des Athems u. dergl. m. könne schon Elektricität erregen. Sey so etwas mit den Scheiben vorgegangen, so müsse man vom Instrumente nicht eher Gebrauch machen, als bis man die Scheiben von einander getrennt, und jede für sich mit der Erde verbunden, eine Nacht über der freyen Luft ausgesetzt, habe stehen lassen. Nie habe er, wenn dieß geschehen, auch nur eine Spur von Verdopplung ohne vorgängige Mittheilung erhalten.

Wenn andere Elektriker dieselbe Erfahrung machen sollten, so würde das ein entscheidender Beweis seyn, daß **Cavallo** falsch geschlossen habe, wenn er auf der Beobachtung bestehe, daß die Scheiben des Verdopplers stets von Natur elektrisirt seyn, und daß dieß der Grund sey, warum der Bennet'sche auch ohne Mittheilung verdopple. Da, um den Nicholson'schen in einen Bennet'schen zu verwandeln, weiter nichts erfordert werde, als während der Operation den Finger an die Kugel zu legen: so würde es ein schöner Beweis seyn, daß das Factum, welches er angebe, gegründet, und die Ursache, die er sich gedenke, die wahre sey, wenn das Instrument, als Nicholson'scher Verdoppler gebraucht, nie, als Bennet'scher aber alle Zeit ohne vorgängige Mittheilung eine Verdopplung bewirke.

Was die Behauptung **Cavallo's** von seinem Collektor betreffe, daß dieser den Fehler des Verdopplers nicht zu haben scheine: so müßten seiner Meinung zu Folge, daß es in der ganzen Natur keine Substanz gebe, die nicht stets mehr oder weniger elektrisiret sey, die Rahmen und Zinnplatten des Collektors es eben sowohl seyn, als die Scheiben des Verdopplers. Und wenn sie es seyn, so müßten eben die Fehler, die man diesen vorwerfe, auch jene treffen. Zwar werde man mit dem Collektor, wenn man die Mittheilung an die Zinnplatte mehrere Mahl wiederhohle, stets ein sicheres Resultat erhalten, indem die wiederhohlt mitgetheilte Elektricität eine entgegengesetzte der Zinnplatte bald zerstöre und überwiege, und eine gleichartige vermehre; allein werde gerade

gerade so im Verdoppler die Mittheilung wiederhohlt, so finde in ihm dasselbe Statt. Der einzige Fall, in welchem sich zwischen beyden Instrumenten ein Unterschied zeige, sey der, daß der Collektor keine Elektricität anzeige, wo keine sey, der Verdoppler aber auch ohne mitgetheilte Elektricität stets dergleichen zeige, wiewohl immer ungemein viel später.

Dasselbe gelte von Cavallo's Multiplikator, von dem Cavallo gleichfalls behaupte, er sey keinen zweydeutigen Resultaten unterworfen, indem er eine sehr kleine Quantität von Elektricität dadurch anzeige, daß man hinter einander mehrere Portionen von der entgegengesetzten Elektricität in einer isolirten Platte anhäufe. Er halte die Wirkungen desselben um deßwillen für unzuverlässig, weil der in der Platte A, welcher die zu prüfende Elektricität mitgetheilt werde, zurückbleibende Antheil von Elektricität nur sehr unbeträchtlich seyn könne, da auf dieser Platte die Elektricität nicht angehäuft werde, sondern in Rücksicht ihrer Menge immer dieselbe bleibe, eher abnehme. Im Verdoppler werde die Elektricität gerade auf die Platte, der man die Elektricität mittheile, bis zu einem außerordentlichen Grade angehäuft und verstärkt, daher in ihm der Ueberrest bey positiver Elektricität viel größer, bey negativer viel geringer seyn, und selbst die anfänglich mitgetheilte Elektricität überwiegen müsse.

Darin sey nun zwar kein Zweifel, daß in der Platte des Verdopplers, von welcher hier die Rede sey, immer weit mehr Elektricität zurückbleibe, als in der des Multiplikators; davon könne man sich bey jedem Versuche überzeugen; allein da Cavallo selbst sage, daß man nach jedem Versuche alle drey Platten A, B, C des Multiplikators mit dem Finger berühren müsse, um ihnen alle mitgetheilte Elektricität zu entziehen, und das Instrument zu einem zweyten Versuche geschickt zu machen: so könne man ja eben dieses bey den Platten des Verdopplers thun, und er sehe nicht ein, warum der Finger bey diesen nicht auch sollte bewirken können, was er bey seinem bewirke.

Elektrisir-

Elektrisirmaschine. (Zus. zur S. 46. Th. II.) Es ist bekannt, daß zur verstärkten Erregung der Elektricität an den Elektrisirmaschinen das Meiste auf ein gutes und zweckmäßig eingerichtetes Reibzeug ankomme. Es ist hieran beständig viel gearbeitet worden; allein dessen ungeachtet schienen die Reibzeuge noch vieler Verbesserung fähig zu seyn. Herr Wolff *) in Hannover hat aus Erfahrungen folgende Einrichtung der Reiber an Scheibenmaschinen sehr bequem und gut gefunden. Der Reiber wird nämlich von gedörrten mit Bernsteinfirniß getränkten Nußbaumholze verfertiget, und die Metallplatte an ihm, welche mit dem amalgamirten Leder in Verbindung steht, ist auswärts an der Mitte des Holzes befestiget. An ihr wird das Reibzeug durch die daran liegende Feder gehalten. Der Reiber ist da, wo er an das Glas druckt, mit feinem Rindsleder, nach einer Unterlage von dickem und wollenen Frieße überlegt. Dieses Leder wird, wenn es am Holze befestiget worden, mit Wasser angefeuchtet, und zwischen zwey Holzplatten so lange stark gepreßt, bis es völlig trocken ist, damit es recht platt, rings herum recht kantig werden, und demnächst am Glase desto dichter an allen seinen Theilen anliegen möge. Es wird mit einem andern etwas breiten Stücke feinen Rindleders bedeckt, dessen rauhe Seite zur Scheibe gekehrt ist, das unten am Holze, da, wo die Scheibe aufwärts geht, und oben am Holze, wo die Scheibe niederwärts geht, wiederum sehr scharfkantig befestigt, und an welchem der Taffet dichtschließend angeheftet ist. Letzteres Leder wird vor seiner Befestigung erwärmt, mit Cacaobutter, dann reichlich mit dem Kienmayerschen Amalgama eingerieben, und wenn es nun befestiget worden, sammt dem Holze gepreßt, oder stark an der Maschine verarbeitet. Dann wird dieses Leder an derjenigen Seite, mit welcher es am Glase liegt, mit Bernsteinfirniß überstrichen, solcher mit dem Kienmayerschen Amalgama bestreuet, dasselbe, wenn der Firniß trocken ist, mit einem Polirstahle polirt, und dieses Verfahren mit dem Ueberstreichen

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. XII. S. 603 f.

chen des Firnisses, Ausstreichen des Amalgams und dem Poliren einige Mahl wiederhohlt. Ist nun Alles ganz trocken, und das Reibzeug dergestalt in die Form gepreßt, daß es allenthalben dicht ans Glas anschließen kann, so belegt man das amalgamirte Leder mit einer Platte von weißem feinen Papiere, welche so lang, wie das Leder, jedoch ½ Zoll breiter ist, damit es die Naht des Taffets am Leder bedecke; und befestiget dieses Papier an den Hölzern, respective oben und unten, nach dem Gange der Scheibe.

Das trockene Papier ist, wie bekannt, einer starken Elektricität fähig. Er machte daher Versuche, Papier zum unmittelbaren Reiben des Glases zu nehmen; und hier, die nach vielen in dieser Absicht vorgenommenen Abänderungen und Versuchen ihm unverkennbar scheinenden Vorzüge, welche diese Einrichtung vor allen ihm sonst bekannten Reibzeugen an elektrischen Maschinen, auffallend zeigte.

1) Das Glas wird nicht matt gerieben, welches durch die unmittelbare Berührung desselben durch das Amalgama beym häufigen Gebrauche in der Länge gewiß geschieht.

2) Oft erhält das Glas durch das unmittelbare Berühren des Amalgams hier und da zirkelförmige Streifen, welche den Funken herumlocken. Dieses kann aber bey der gegenwärtigen Einrichtung nicht geschehen.

3) Es kann sich überall kein Schmutz an das Glas ansetzen, und auch die Taffetblätter werden nicht beschmutzt. Reinlichkeit des zu reibenden Glases sowohl, als die der Reiber, ja, überhaupt der ganzen Elektrisirmaschine sind aber Haupterfordernisse zur Erzeugung einer verhältnißmäßig starken Elektricität. Man habe zwar vorgeschlagen, das Glas einzuschmieren und zu amalgamiren, die Reibzeuge aber davon frey zu lassen. Es sey jedoch der Effect, welcher durch das Herumfahren der Funken am Glase stärker zu seyn scheine, nichts weniger als kräftig; vielmehr zerstreue dieses Herumfahren der Funken diejenige Kraft der Elektricität, welche man zu einer gewissen Absicht hervorzubringen und zu sammeln suche.

4)

4) Das amalgamirte Leder bedürfe nicht leicht einer Erneuerung des Amalgama. Der Schmutz, der sich vom Staube an die Kanten des reibenden Papiers ansetze, sey der zu erregenden Elektricität nur in so fern nachtheilig, wenn er so häufig werden sollte, daß ihn auch das Glas aufnehmen würde, von welchem es in diesem Falle sehr leicht abzunehmen sey.

5) Der Zurück- und Uebergang des Funkens ins Reibezeug werde dadurch erschwert, indem das Papier auch diejenigen Seiten des amalgamirten Leders hinreichend bedecke, welche der Achse zugekehrt sind.

6) Die Reibzeuge könnten bey dieser Einrichtung länger seyn, als sonst, wie sie denn auch hier verhältnißmäßig länger seyn, als bey der van Marumschen Maschine. Es gehe kein Funken zur Achse hin, es müßte denn die Luft sehr feucht seyn. Eher wähle er, bey starker Anhäufung der Elektricität, den vierten Theil der Peripherie des Glases, um in dem entgegenstehenden Reiber sich auszuleeren. — Er sey gewiß überzeugt, daß bey einer solchen Einrichtung die van Marumsche 32zollige Scheibe, statt 9zollige, 11zollige Reiber würde vertragen können. Dann blieben noch 2 Zoll für die Hälfte des Durchmessers des die Scheibe an der Achse befestigenden runden Holzes, und 3 Zoll für die Entfernung derselben von den Reibern übrig, welches, wie er glaube, in allen hinreichend seyn, und die Kraft bey einer um so viel größern geriebenen Fläche noch außerdem vermehren würde.

7) Die Reibung solcher Reibzeuge könne am Glase viel stärker gemacht werden, als wenn das Amalgama das Glas unmittelbar berühre und es beschmutze, und das Glas drehe sich dabey doch immer gleichmäßig sanft.

8) Die Kraft der Maschine werde durch diese Einrichtung außerordentlich vergrößert. Dieses würde allein schon dadurch bewirkt werden, daß diese Vorrichtung den Gang des Glases, selbst bey einem stärkern Drucke der Reibzeuge, erleichtert, und das Glas hindere, beschmutzt zu werden, gäbe sie auch bey demselben Drucke keine größere Kraft, als man

bey

bey den bisherigen Einrichtungen der Elektrisirmaschinen erhalten habe.

Noch eine sehr zweckmäßige Vorrichtung der Reibzeuge an Glasscheibenmaschinen hat Herr Dr. Heidmann *) in Wien beschrieben und ausgeführt. Sie besteht in Folgendem: die Küssen sind von Holz beyläufig 3 bis 4 Zoll kürzer als der Halbmesser großer Scheibenmaschinen von 18 bis 30 Zoll; sie bestehen aus einer hölzernen, länglich viereckigen Kapsel, wie Fig. 31. Nro. I., dessen beyde schmale Seitenflächen einen schiefen Einschnitt a haben, um in die Falzen des Maschinengestelles hineingeschoben werden zu können. In der Mitte seines Bodens b befindet sich ein Loch, wodurch die Schraube des Gestelles auf die darin befindliche Stahlfeder Fig. 33. Nro III. ihren Druck ausüben kann; diese Feder kann verhältnißmäßig stark, und muß der Länge der Kapsel angemessen seyn. In diese Kapsel paßt der hintere Theil des eigentlichen Polsters Fig. 32. Nro. II. c d e f g i k so, daß er sich frey in selbiger bewegen kann; auf diesen übt die Feder mittelst der Schraube ihren Druck aus, den man ganz in seiner Gewalt hat; seine gegen die Scheibe gekehrte Fläche r m n o ist eine Ebene, von welcher bis durch die Grundfläche des schmalen Theils c d e f genau ein metallener Stift geht, welcher mit der Feder in Verbindung steht, und dazu dient, die Temperatur der Maschine bey einem langen Gebrauche zu mäßigen, und die leitende Kraft der Polster zu vermehren. Die gegen die Scheibe gekehrte Fläche wird beynahe ganz bis auf ihren Rand mit Stanniol belegt, auf diesen kömmt ein gleich großes Stück Flanell, dann wieder Stanniol, und so kann man ein oder noch mehrere Stücke Flanell anbringen, bis man glaubt, daß der Polster seine gehörige Elasticität erhalten habe. Ueber dieses Alles kömmt ein über die ganze Fläche des Polsters verbreitetes, sehr biegsames Stück Gärberleder, welches an einer Seite

*) Vollständige Theorie der Elektricität von J. A. Heidmann. Wien 1799. §. 29.

Seite des Polsters angekittet wird; auf dieses trägt man das mit etwas Fett vermischte Amalgam auf.

Herr Dr. Heidmann räumt dieser einfachen und sehr wirksamen Vorrichtung, vor den sonst gewöhnlichen, welche aus einer metallenen mit Leder bekleideten, und mit Roßhaaren ausgefütterten Platte bestanden, den Vorzug ein, daß sie keine so stark leitende Kraft, wie diese haben, wodurch zu viel von der erzeugten elektrischen Flüssigkeit zerstreuet wird; diese aber werde bey der angegebenen Vorrichtung eines hölzernen Küssens, und der Abwechselung des Flanells mit Stanniol sehr vermindert, und die erzeugte elektrische Flüssigkeit finde in den Hauptleiter überzugehen viel weniger Widerstand. Besonders aber habe sie den Vortheil, daß ihr Druck auf die Maschine gleichförmig sey.

Herr Dr. Nooth α) und mehrere andere suchten die stark leitende Kraft ihrer Küssen, welche sie dem Leder, und nicht der metallenen Platte derselben zuschrieben, dadurch zu verhindern, daß sie sich statt des Leders anderer Stoffe, welche die elektrische Flüssigkeit nur schwer durchlassen, zum unmittelbaren Reibzeuge bedienten.

Darauf gründet sich auch die Verbesserung der Reibzeuge von van Marum β). Dieser läßt die Scheiben nicht mit Leder, sondern mit Taffet reiben, welcher durch ein mit Sammet überzogenes Holz unmittelbar an das Glas angedrückt wird. Es besteht auch das Reibzeug der Nicholsonschen Cylindermaschine aus einem seidenen Lappen von dem Zeuge, den die Kaufleute Pensian nennen, welcher an ein Leder geleimt ist. Das Küssen wird gegen den Lappen durch eine dünne Spiralfeder, die in der Mitte seines Rückens angebracht ist, angepreßt, so, daß es ihn in seiner ganzen Länge berührt. Ausführlicher von diesen erwähnten Reibzeugen habe ich schon im zweyten Bande des physikal. Wörterbuchs von S. 36 bis 43. gesprochen.

Elektro-

α) Philosoph. Transact. Vol. 62. 63. p. 333.

β) Lettre a M. le Chev. Landriani a Milan contenant la description des frottoirs ordinaires à Haarlem 1789. in 4. item in Gren's Journ. der Physik; B. II. S. 167.

Elektrometer. (Zus. zur S. 85. Th. II.) **Wilh. Nicholson** *) hat das bekannte Bennet'sche Elektrometer zu verbessern gesucht; einmahl, um es ohne Gefahr für die Goldblättchen tragbar zu machen, und dann, um die Grade, bis zu welchen es elektrisirt ist, auf einer angebrachten Skale unterscheiden zu können.

Die Goldblättchen gegen die Gefahr des Zerreißens beym Tragen zu sichern, hat ihm bisher, alles Nachdenken ungeachtet, noch nicht recht gelingen wollen. Ein Streifen von Blattgold ließe sich vielleicht durch eine Büchse sichern, die rings umher nicht weit davon abstände. Befestiget man aber das Goldstreifchen an das eine Ende eines vergoldeten Holzes, dessen Oberfläche ganz die Gestalt des Blättchens hat: so bewegt sich dieses, bey seiner außerordentlichen Biegsamkeit, sehr leicht längs dem Holze auf und ab, und erhält Falten, wenn man das befestigte Ende um wenige Grade über das untere Ende des Holzes hinüber beugt. Noch weniger möchte es möglich seyn, das Goldblättchen zwischen zwey andere Blätter oder Küssen zu bringen, ohne sie zu zerreißen.

Das Gewicht eines Goldblättchens in Bennet's Elektrometer beträgt ungefähr 0,06 Grän, ist aber verschieden. Daher möchte es eine vergebliche Mühe seyn, auf Mittel zu denken, zwey solche Elektrometer übereinstimmend mit einander vergleichbar zu machen. Alles was sich thun läßt, ist dieß, die verschiedenen Intensitäten der Elektricität genauer zu bestimmen, so fern diese entweder durch die Divergenz der Goldstreifen, oder durch die Entfernung, aus welcher die Blättchen an ein Paar nicht isolirte Metallstäbe schlagen, angezeigt werde.

(Fig. 34.) a stellt den isolirten metallenen Hut des Elektrometers vor, von welchem bey c die beyden scharf zugespitzten Goldblättchen herabhangen. b b ist das sie umgebende Glas, welches den Hut a trägt, und die Bewegung der äußern Luft von den Blättchen abhält. d d sind ein Paar

 flache

*) Journal of natural philosophy. P. 6. 1797.

flache Messingstäbe, die sich um eine gemeinschaftliche Achse, gleich den Schenkeln eines Zirkels, drehen, und sich dadurch einander nähern, oder von einander entfernen lassen. Durch Hülfe der Stahlfedern werden sie aus einander gedrückt. Die Mikrometerschraube e dient, sie einander sanft und allmählich zu nähern. Zu dem Ende sind an die Mutterschraube, welche sich längs der Spindel hinauf bewegt, zwey stählerne Arme in entgegengesetzten Punkten des Durchmessers befestiget, und das Ende jedes derselben ist durch einen Stift mit einer der beyden Messingscheiben verbunden, welche die beyden Messingstäbe tragen.

Bey der übrigen Einrichtung des Goldblattelektrometers werden zwey Stanniolstreifen an den entgegengesetzten Seiten der innern Fläche des Glases b b geklebt, gegen welche die Goldblättchen schlagen, wenn sie den größten Grad von Elektricität erreicht haben. Entfernt man die Messingstäbe d d so weit von einander, als möglich: so zeigt dieses verbesserte Elektrometer das Maximum von Elektricität. Ist dagegen die Elektricität, die durch Berührung mit der leitenden Luft, oder irgend einer andern Quelle der Elektricität erzeugt wird, so zernichtet, daß man aus der Lage der Goldblättchen nicht mit Sicherheit schließen kann, ob sie elektrisirt sind, oder nicht: so nähert man die Messingstäbe vermittelst der Mikrometerschraube einander allmählich, bis sie durch Anziehung die Divergenz der Goldblättchen hinreichend vermehren, um uns in den Stand zu setzen, die Art der Elektricität dieser Blättchen auszumitteln. In diesem Falle, so wie in allen andern, zeigt der Grad der Eintheilung auf dem Kopfe der Mikrometerschraube, welcher in dem Augenblicke, da die Goldblättchen an die Stäbe hinauffahren und sie schlagen, den festen und unbeweglichen Zeiger gegenüber stehen, an, ob die Elektricität von einer stärkern oder geringern Intensität war.

Herr Cuthberson *) hat ein einfaches Universalelektrometer entdeckt, welches das Hennly'sche, Laws Entladungselektrometer und Brook's Wageelektrometer vereint in sich begreift.

*) *Nicholson's* journal of natur. philos. Vol. II. p. 525 sq.

begreift. Auf einem 18 Zoll langen und 6 Zoll breiten Brete (Fig. 55.) GH, stehen drey Glasfüße D, E, F, welche die drey isolirten Kugeln a, b, c tragen. Unter der Messingkugel a befindet sich ein langer messingener Haken, mit welchem der zu schmelzende Draht und die Außenseite der Batterie in Verbindung gesetzt wird. Die Kugel b endiget sich unten in eine 3 Zoll lange messingene Röhre, welche auf den Glasstab F aufgekittet ist, und hat zur Seite und abwärts ein Loch. In das erstere wird ein Messingstab L hineingeschoben, der die Kugel mit einem Knopfe der Batterie in Verbindung bringt; die letztere Oeffnung hat $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und liegt senkrecht über der untern Röhre. Die dritte Kugel C endlich besteht aus zwey Hälften, die von einander zu schieben sind, und es läßt sich auf sie ein gewöhnliches Hennlysches Quadrantelektrometer aufschrauben. Die obere ihrer Hälften hat rechter Hand, die untere linker Hand einen Einschnitt, die einander gegenüber angebracht sind, und dem Messingstab AB die Freyheit geben, sich aus der Horizontallage bis a ungehindert hinab zu bewegen. Die Kugeln A, B sind so abgewogen, daß sie sich genau das Gleichgewicht halten, und daß der Schwerpunkt des ganzen Wagebalkens etwas über dem Ruhepunkt desselben liegt. Die Kugeln A und a berühren sich in der geneigten, die Kugeln B und b in der horizontalen Lage des Wagebalkens, und zwar letztere so, daß zwey Löcher oben und unten in B genau senkrecht über den Oeffnungen der Kugel b stehen. Nun hat man mehrere Gewichte von verschiedenen Granmengen, in Gestalt von Nadeln, deren breiter Kopf zwar durch die obere, nicht aber durch die untere Oeffnung der Kugel B geht, und deren Stiel in die Kugel b und die Röhre darunter hinabhängt.

Auch ohne dieses Gewicht würde der Wagebalken AB, wenn er in horizontale Lage gebracht ist, für sich darin bleiben; so bald man aber den Kugeln B und b auch nur wenig Elektricität zuführte, würden sich beyde Kugeln von einander abstoßen, und da der Schwerpunkt des Wagebalkens über

dem Drehpunkte liegt, B sogleich so weit in die Höhe fahren, bis die Kugeln A und a zusammenträfen. Ein kleines Gewicht in B hält diese Kugel beym Elektrisiren länger mit b in Berührung, so daß im Verhältnisse dieses Gewichtes größere Grade von Elektricität erfordert werden, um den Wagebalken in Bewegung zu bringen. Steht dann die Kugel b mit der innern und a mit der äußern Belegung einer Flasche in Verbindung: so schlägt die Flasche los, so bald A und a sich bis auf die Schlagweite nähern.

Herr Cuthberson hat mit diesem Instrumente verschiedene Versuche angestellt, und unter andern gefunden, daß die doppelte Menge von elektrischer Materie, in Gestalt einer Entladung, eine vierfache Drahtlänge schmelze, und daß von einer $1\frac{1}{2}$ Mahl so großen Menge von Elektricität eine dreyfache Drahtlänge geschmolzen wird.

Er zweifelt daher an der Genauigkeit der Versuche des Hrn. van Marum, nach welchen die Längen des geschmolzenen Drahtes in gleichem Verhältnisse mit der Belegung seiner Batterien wuchsen, und also doppelt so viele Belegung nur eine doppelte Drahtlänge zu schmelzen vermöchte. Wahrscheinlich, sagt er, wurde er zu dieser irrigen Angabe dadurch verführt, daß er 1) seine Batterie wohl nicht gleich stark geladen hatte, indem er damahls kein dazu recht dienliches Elektrometer besaß; 2) habe er wohl nicht auf die so verschiedenen Grade der Schmelzung Acht gehabt, und die Stärke der Entladung bloß darnach beurtheilt, daß der Draht in Kügelchen zerfiel, welches leicht zu Mißgriffen verleite.

Herr Vasalli *) zu Turin war neugierig zu wissen, was für eine Art von Elektricität entstehen würde, wenn er gewisse Stoffe durch scharfe oder abgestumpfte Kanten von Metallen abschabe. Zur Anstellung solcher Versuche bediente er sich eines sehr empfindlichen Blattgoldelektrometers. War der geschabte Körper Siegellack, so erhielt er folgende Resultate: scharfer

*) Mémoir. de l'Acad. de Turin. Vol. V. an. 1790—1791. p. 57.

scharfer schabender Körper	Elektricität der abgeschabten
Gold	+ E
Silber	− E
Kupfer	− E
Messing	− E
Eisen	− E
gerundeter schabender Körper	**Elektricität des abgeschabten**
Gold	+ E
Silber	+ E
Kupfer	+ E
Messing	+ E
Eisen	+ E

Nicht bloß die Gestalt des schabenden Körpers, sondern auch die Haltung hatte auf die Elektricität Einfluß. Hielt er die Stange Siegellack vertikal, und schabte, indem der Rücken eines scharfen silbernen Messers nach oben gekehrt war: so war die Elektricität der abgeschabten Stücke immer negativ; hingegen, wenn der Rücken nach unten gekehrt war, immer positiv. Eine entgegengesetzte Veränderung zeigten Zucker und Chocolade.

Auch die Elektricität des schabenden sowohl, wie des geschabten Körpers, wollte Vasalli kennen lernen. Zu dem Ende wählte er folgende Versuche:

schabender Körper;	geschabter Körper;	Elektricität des Eisens,	Körpers,	abgeschabten
isolirtes scharfes Eisen.	Siegellack	+	+	−
	Schwefel	+	+	−
	Chocolade	+	+	−
	Wachslicht	−	−	+
isolirtes rundes Eisen.	Siegellack	−	−	+
	Chocolade	−	−	+

Die Elektricität verschiedener Pulver untersuchte er, indem er sie aus einem durchlöcherten messingenen Gefäße auf das Elektrometer stäubte. Sowohl bey diesem als bey dem Gebrauche eines gläsernen Siebes erhielt er gleiche Elektricität.

Zinkkalk Eisenkalk Wismuth Eisenkalk Schwar Zinnk Talk ..pulver ..saures Kali	— E stark.
..efelsaures Natron ..mer Talkerde ..hwefelsaures Kali ..senik	+ E stark.
Alle Metalle	+ E
Kieselerde schwach	— E
Thonerde stärker	— E
Kieselerde noch mehr	— E
Schwererde am stärksten	— E

Elektrophor. (Zus. zur S. 142. Th. II.) Ueber die ..kannten lichtenbergischen Figuren hat Aldini *) zu Bologna ..ernere Untersuchung angestellt. Er fand, daß wenn er verschiedene Arten von Pulver, sie mochten aus dem Mineral-, Pflanzen- oder Thierreiche genommen seyn, auf einen Harzkuchen warf, jedes derselben ihm verschiedene Erscheinungen darboth. Machte er positive Punkte mit der Flasche auf den Kuchen und streuete Mennige darauf: so bildeten sich Sterne; negativ hingegen elektrisirt, bildeten sich kreisrunde Figuren. Werden Mennige und gepulverter Schwefel in gleichen Theilen gemischt, und die Fläche positiv elektrisirt: so setzt sich dieser sternförmig an, die Mennige wird dagegen ohne Ordnung zerstreuet. Wird umgekehrt die Fläche negativ elektrisirt: so setzt sich die Mennige in regelmäßigen Zirkeln, der Schwefel in Unordnung an. So wurde die Mennige, die allein bey beyden Elektricitäten gleich gemengt war, in dieser

*) Annali di chimia d. s. *Brugnatelli.* Tom. XIII. p. 137 sq.

dieser Verbindung von der negativen eher, als von der positiven Elektricität gezogen.

Darauf wurden auf einem Harzkuchen abwechselnde positive und negative Punkte gemacht, und ein Gemisch aus gepulvertem Bergkrystall und Schwefel darauf gestreuet. Sogleich trennten sich beyde; eins machte Sterne, das andere Zirkel. Ein gleiches erfolgte beym Zusammenmischen von Kupferfeile und Bleyweiß; von Antimonium und Messingfeile; von Mennige und gewöhnlichem Mehle, das Pulver zwischen den negativen und positiven Punkten nimmt völlig unregelmäßige Figuren an.

Bestreuet man einen dünnen Harzkuchen oder eine Glastafel mit einem Pulver, und setzt an verschiedenen Orten den Knopf einer positiv geladenen Flasche auf: so wird das Pulver zurückgestoßen; und entfernt man nun die Flasche, so werden sternförmige Figuren sichtbar. Sind Harzkuchen einige Mahl so elektrisirt, so behalten sie diese Elektricität lange.

Der Herr Prof. Galvani ermunterte Aldini, auch flüssige Körper zu diesen Versuchen zu gebrauchen. Er legte eine runde Metallscheibe auf einen Harzkuchen und umgab diesen mit einem Oehlstriche. So bald er jetzt die Metallscheibe positiv elektrisirte, breitete sich das Oehl aus, und bildete umher eine Art von Sonnenstrahlung. Auf denselben Kuchen legte er noch eine Metallscheibe ganz der ersten ähnlich, elektrisirte sie positiv, und sogleich ließ sich eine ähnliche Umstrahlung sehen; beyde berührten sich indeß nicht. So bald aber die eine der beyden Belegungen negativ elektrisirt wurde, suchten sich die Oehlstrahlen einander zu nähern, und flossen dann, wo sie sich berührten, in einen Strahl zusammen; eine Wirkung der Tendenz beyder Arten von Elektricität zum Gleichgewichte. Noch erwähnt Aldini hier das Ausblähen des auf eine elektrisirte Flüssigkeit gegossenen Oehls, und einiger ähnlichen Erscheinungen, wobey er an die bekannte Plinianische Erzählung von dem Stillen des empörten Meeres durch aufgegossenes Oehl erinnert.

Durch Herrn Kortums Bemühungen (Th. II. S. 138 ꝛc.) wurde der Herr von Arnim *) veranlaßt, auch die Elektricität verschiedenartiger Pulvergemenge zu untersuchen. Die Art, wie diese Versuche angestellt wurden, ist völlig die Aldinische. Die Resultate sind folgende:

Versuch.		
1	Schwefel und	+ wenig geschieden, die Sterne etwas blässer,
2	Braunsteinkalk	− die Zirkel mehr dunkel.
3	Schwefel und	+ die Sterne etwas gelber,
4	Talkerde	− die Zirkel sehr weiß.
5	Braunstein und	− kein merkbarer Unterschied,
6	Talkerde	+ eben so.
7	Gelber und rother	+ etwas gelber die Sterne,
8	Bleykalk	− die Zirkel etwas röther.
9	Rother Bleykalk	+ die Flecken weiß,
10	und Zinkkalk	− nicht merklich unterschieden.
11	Rother Bleykalk	+ die Sterne grünlich,
12	und Kupferkalk	− die Flecken röthlich.
13	Kupferkalk und	± nicht merklich verschieden.
14	Schmalte	
15	Kupferkalk und	± nicht merklich verschieden.
16	Schwefel	
17	Kupferkalk und weißer	± nicht merklich verschieden.
18	kohlensaurer Bleykalk	
19	Schmalte und	± eben so.
20	rother Bleykalk	
21	Schwarzer und rother	+ schwarze Sterne,
22	Quecksilberkalk	− rothe Zirkel.
23	Semen lycopodii	− gelbe Zirkel
24	und Schmalte	+ blaue Sterne.

Versuch.

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. V. S. 34 f.

Versuch.		
25 26	Gelber und ein schlecht rother Bleykalk.	+ die Sterne gelber, — die Zirkel röther.
27 28	Vollkommener und unvollkommener, aber wenig von einander verschiedener Eisenkalk	± nicht merklich verschieden.
29 30	Vollkommener und unvollkommener Spießglanzkalk	± der Farbe nach nicht merklich verschieden.
31 32	Schwefel und rother Bleykalk	+ die Figuren fleischfarbig und gelb abstechend gegen den umgebenden Staub, — die Zirkel auffallend roth.
33 34	Schwefel und unvollkommener Eisenkalk	+ die Sterne heller — die Zirkel dunkler.
35 36	Schwefel und rother Quecksilberkalk	+ die Sterne vollkommen gelb, — die Zirkel vollkommen roth.
37 38	Schwefel und schwarzer Quecksilberkalk	+ die Sterne nicht so vollkommen gelb, — die Zirkel nicht so auffallend schwarz.
39 40	Rothes Siegellack und Schwefel	+ die Sterne gelb, — die Zirkel vollkommen roth, ganz ohne Beymischung des Schwefels.
41 42	Rothes Siegellack und Braunsteinkalk	+ die Sterne röthlich, — die Zirkel schwärzlich.
43 44	Rothes Siegellack und weißes Glas	+ die Sterne röthlich, — die Flecken weißlich.
45 46	Rothes Siegellack und sehr fein gestoßene Kieselerde	+ die Sterne röthlich, — die Zirkel weißlich.
47 48	Fein gestoßene Kieselerde und rother Bleykalk	+ die Sterne weiß, — die Zirkel roth.
49 50	Kalkerde und rother Bleykalk	+ die Sterne weiß, — die Zirkel weiß.

Versuch.

Versuch.

51 Aetzende Kalkerde und	+	die Sterne weiß,
52 rother Bleykalk	−	die Zirkel ebenfalls.
53 Zucker und rother	+	die Sterne weiß,
54 Bleykalk	−	die Zirkel roth.
55 Rothes und schwarzes	+	die Sterne schwärzlich,
56 Siegellack	−	die Zirkel roth.
57 Kohlensaurer und	±	wenig verschieden.
58 rother Bleykalk		

Alle diese Versuche bewiesen, worauf auch schon ältere Versuche führten, daß von zwey an einander geriebenen Körpern immer der dem Sauerstoffe näher verwandte negativ werde. Bis jetzt kenne man nur zwey Arten der Entstehung der elektrischen Entgegensetzung: Veränderung der Lage und Veränderung der Mischung. Ob jene nur wegen einer damit verbundenen chemischen Veränderung, ob diese nur wegen der damit verbundenen Bewegung wirke, darüber werde die Betrachtung der beyden Gemeinschaftlichen Aufschluß geben. Von diesen redet Herr von Arnim zuerst.

Es sey ein sehr wichtiger Versuch, die von **Volta** zuerst beobachtete Hervorbringung der negativen Elektricität durch das Kochen des Wassers in einem isolirten Gefäße. Das Wasser werde hier in seiner Mischung geändert, der Wasserdampf sey auch Leiter der Elektricität; der Gegensatz finde also nicht zwischen dem Wasserdampfe und dem Gefäße, sondern zwischen ihnen und der umgebenden Luft Statt. Dasselbe aber zeige sich nicht, so bald das Gefäß das Wasser zersetze; wenn dieses z. B. auf ein bis zum Glühen erhitztes Eisen gegossen werde. Das Gefäß werde hier, nach **Saussüre's** und **Volta's** Versuchen, positiv elektrisch, wobey sehr wohl das entwickelte Wasserstoffgas eine entgegengesetzte Elektricität haben könne. Ueberhaupt habe man wahrgenommen, daß bey der Entwickelung des Wasserstoffgas durch Säuren aller Art, immer positive Elektricität in dem Gefäße bleibe. Mit jenem Versuche nicht übereinstimmend, scheine beym

ersten Anblicke eine andere Beobachtung **Volta's**, daß wenn man Zinn und Silber auf einem angefeuchteten Tuche einander berühren lasse, jenes Zeichen von negativer, dieses von positiver Elektricität gebe. Nun werde aber nach **Fabroni**, **Asch** und andern, jenes oxydirt, woraus wenigstens schon erhelle, daß die Oxydation die Elektricität nicht bestimme. Noch bemerkten wir Elektricität beym Festwerden der Chocolade, des Talgs, des Schwefels, des eingedickten Terpentinöhls u. s. f.; und daß wir nur bey diesen und einigen andern Elektricität auch nach dem Erkalten wahrnähmen, liege allein daran, weil nur diese als Nichtleiter zu Elektrophoren würden und die Elektricität aufbewahrten.

So verschieden auch alle diese Veränderungen sich machten, so fände doch an allen eine, an den meisten sogar nur diese Veränderung, nämlich Wärmecapacitäts-Aenderung Statt. Bey der Verwandlung des Wassers in Dampf werde die Wärmecapacität des Wassers vergrößert; bey dem Uebergießen des glühenden Eisens zwar auch, nur müsse man bedenken, daß, so weit das Wasser dieses berühre, es zersetzt werde, und daß sich hier Eisenoxyd und Wasserstoffgas zugleich bildeten, daß dieses ein Nichtleiter sey, und größere Wärmecapacitäts-Vermehrung als das Eisen erhalte. Eben so werde die Wärmecapacität des in Säuren oxydirten Metalls, im Verhältniß der Wärmecapacitäts-Vermehrung bey der Verwandlung des Wassers in Wasserstoffgas, nur wenig vermehrt. Das sey bey der Oxydation an der atmosphärischen Luft nicht der Fall, also auch bey den **Volta**'ischen Versuchen mit verschiedenen Metallen nicht, da nach F[illegible]oni's Versuchen hier keine Wasserzersetzung, sondern eine Zersetzung der Metalle erfolge. Hierdurch werde aber die Wärmecapacität der Luft vermindert, des Zimmers vermehrt. Auch beym Festwerden der Körper, dessen Wärmecapacität im Verhältniß eines andern vermindert wurde, negativ; derjenige, dessen Wärmecapacität im Verhältniß eines andern vermindert wurde, positiv elektrisch.

Dieses

Dieses Gesetz werde uns auch bey den Erfahrungen über die durch Reibung erregte Elektricität nicht verlassen. Wenn von zwey in aller Rücksicht gleichen Bändern eins erwärmt, und dann beyde an einander gerieben würden: so werde das erwärmte negativ. Durch Erwärmung nehme aber die Wärmecapacität ab, mithin habe auch hier, wo das erwärmtere erkaltete, das kältere erwärmt wurde, die Wärmecapacitäts-Vermehrung negative Elektricität hervorgebracht. Die Erwärmung und der Widerstand der Friktion sey bey gleichen Körpern am stärksten; von dieser Erfahrung werde seit langer Zeit im Maschinenwesen Gebrauch gemacht; hingegen sey die Elektricität beym Reiben gleicher Körper entweder todt oder nur sehr schwach. Die stete Berührung beym Reiben gleicher Körper, bringe die stärkste Wärme hervor, die unterbrochene Berührung die stärkste Elektricität. Durch das Dazwischenkommen eines oxydirbaren Körpers werde die Wärme beym Reiben vermindert; starke Elektricität könne beym Reiben nur bey der Anwendung und Oxydation eines leicht oxydirten Körpers erhalten werden. Endlich sey auch die Erwärmung beym Reiben im luftleeren Raume nach Pictet's Versuchen stärker, die Elektricität sehr schwach. Endlich zerstöre Erwärmung Elektricität; nicht Wärme überhaupt, sondern erzeugte Wärme durch das Reiben beym Elektrisiren.

Aus allen diesen Gegensätzen erhelle, daß die Erwärmung durch Reiben ein dem Elektrisiren durch Reibung ganz entgegengesetzter Proceß sey. Nun sey mit Erwärmung Capacitäts-Verminderung beyder erwärmter Körper nothwendig verbunden; also hätten wir schon hieraus Grund zu schliessen, daß beym Elektrisiren das Entgegengesetzte, Wärmecapacitäts-Vergrößerung Statt finde. Diese Erwartung täusche uns auch nicht, wenn wir Achtung gäben, was auf dem Reibküssen vorgehe. Hier werde ein leicht oxydirbares Metallgemisch mit einem stärker oxydirbaren Körper, der es völlig desoxydire, aufgestrichen. Nach einiger Zeit, wenn sie elektrisirt würden, finde man es oxydirt, und die Elektricität

sey äußerst schwach. Jede Oxydation vermehre aber die Wärmecapacität; es sey also auch hier wiederum, wie bey der durch chemische Veränderungen erregten Elektricität, Wärmecapacitäts-Aenderung negative Elektricität. Der Wärmecapacitäts-Vermehrung stehe eine Wärmecapacitäts-Verminderung des desoxydirten Körpers entgegen. Dieser sey hier kein anderer als die Luft. Die Elektrisirung der Luft durch Desoxydation, oder vielmehr durch Wärmecapacitäts-Verminderung, zeigten uns van Marum's Versuche auffallend, wo nach wenigen Umdrehungen der Maschine die Luft des ganzen Saals merklich positiv elektrisch geworden war; auch habe er beobachtet, daß die negative Elektricität des negativen Leiters ungleich schwerer sich verbreitete, da sie doch gleich stark war; ein Versuch, der sehr für seine Meinung spreche. Auch sey er überzeugt, daß das Zusammendrücken der Luft ebenfalls positive Elektricität erzeuge.

Ferner bemerkt von Arnim, daß Leitungsfähigkeit für Elektricität mit Leitungsfähigkeit für die Wärme im Verhältnisse stehe. Da nun nach Mayers Gesetz

$L:l = \frac{1}{MA} : \frac{1}{ma}$ sey (wo A und a die Wärmecapacitäten bezeichnen): so sehe man die Abhängigkeit der Leitungsfähigkeit für Elektricität von der Wärmecapacität. Außerdem würden wir keine Leitungsfähigkeit wahrnehmen, wenn es keine Nichtleiter gäbe, und die Leitungsfähigkeit eines und desselben Körpers stehe nicht im Verhältnisse seiner Masse, sondern seiner Oberfläche; eine Erfahrung, für deren Genauigkeit Achard und Coulomb bürgten. Aus dem Allen lasse sich folgern, daß an der Oberfläche des Leiters und des Nichtleiters zwey entgegengesetzte Processe, Wärmecapacitäts-Vergrößerung auf der Oberfläche des einen, Wärmecapacitäts-Verminderung auf der Oberfläche des andern, vorgehe.

Die Nichtleitung eines Körpers könne also auch eben sowohl durch die Größe der Wärmeleitung, als dadurch

bestimmt

bestimmt werden, in wiefern seine Oberfläche die Wärmecapacität ändern könne, ohne den Zusammenhang des Ganzen zu stören, oder eine chemische Veränderung darin hervorzubringen. Jenes sey beym Glase überhaupt, dieses beym befeuchteten Glase nicht der Fall, daher sie Nichtleiter seyen. Die Leitungsfähigkeit der Leiter werde folglich durch die Zerstörbarkeit der Nichtleiter beschränkt, und die entgegengesetzten Eindrücke, die Herr **Kortum** und einige andere an den vom elektrischen Funken durchbohrten Körpern wahrnahmen, seyen Folge der verschiedenen, aber auf beyden Seiten geänderten Wärmecapacität. Eben so erklärlich werde daraus der **Herbert**'sche Versuch, der beym Durchschlagen des elektrischen Funkens durch ein gut ausgekochtes Barometer Luft entwickelte; denn wer wisse es nicht, daß ohne vorsichtige Bewegung auch aus dem am besten ausgekochten Quecksilber allmählich wieder Luft aufsteige, und ein wiederhohltes Auskochen nothwendig mache? Was dort lange Abwechselung der Temperatur thue, leiste hier die schnelle Capacitäts-Aenderung im Augenblicke.

Da nun die Veränderung der Wärmecapacität im chemischen Processe so große Veränderungen hervorbringe, durch Elektrisirung die Wärmecapacität verändert werde: so lasse es sich leicht vorhersehen, daß die Elektricität Wirkungen hervorbringen werde, die sonst nur bey sehr veränderter Temperatur vorgingen. So wie durch die vom Reiben hervorgebrachte Erwärmung die Oxydation des Amalgama angefangen habe, sey diese sich selbst Quelle der entstehenden Oxydation, Wärmecapacitäts-Vergrößerung und Elektricität gewesen.

Wir müssen einräumen, daß ohne einen Nichtleiter Elektricität weder entstehen, noch die entstandene wahrgenommen werden könnte. Wollen wir nun, nach dem Sprachgebrauche, eine Verbindung von Leitern eine Kette nennen: so könnten diese Leiter keine elektrische Gegensetzung gegen einander haben. Das Erforderniß sey daher Unterbrechung derselben. Es könne daher die Elektricität allgemein auch die Wirkung in

einer

einer unterbrochenen Kette betrachtet werden; eine Ansicht, wodurch die galvanischen Erscheinungen in ihre Sphäre sieken, und beyde gegenseitig sich der Gesetze erfreuen werden, denen jede einzelne sich unterwarfen finde. Dem Herrn von Arnim bleibt es daher für jetzt wenigstens, wie auch in Rücksicht anderer Theile der Naturwissenschaft höchst wichtiges Resultat, daß die Elektricität keine Materie als Grundstoff aufzuweisen habe, sondern daß sie nur in einem gewissen Verhältnisse der Körper gegen einander gegründet sey.

Die lichtenbergischen Figuren hat man auch mittelst des **Galvanismus** bald nach der Erfindung der Voltaischen Säule hervorgebracht. **Ermann** war der erste, der dieses versuchte. Er bediente sich hierzu zweyer Condensatoren. Der erste bestand aus zwey Metallplatten von 9 Zoll Durchmesser, zwischen welche man eine doppelte Taffetscheibe legt. Die untere Platte stand unisolirt auf dem Tische. Die andere konnte mit Hülfe eines gläsernen Griffs isolirt abgehoben werden. Der zweyte Condensator hatte dieselbe Einrichtung, nur waren die Platten weit kleiner, etwas über $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und die obere isolirt abzuhebende Platte war mit einem kleinen Nadelknopfe versehen.

Der Draht von Zink der Säule wurde mit der untern unisolirten Platte des großen Condensators in Berührung gelegt, und um die obere Platte mehrmahls, etwa sechs Mahl hinter einander, mit dem Drahte von Silber berührt, darauf isolirt abgehoben, und mit ihr die obere Platte des kleinen Condensators berührt. Hier entstand ein kleiner knitternder Funke. Nunmehr wurde die obere Platte des kleinen Condensators isolirt abgehoben, und ein Elektrophor mit dem Nadelknopfe an drey verschiedenen Stellen berührt. Als man den Elektrophor mit Bärlappsamen bepuderte, zeigten sich an den berührten Stellen des Elektrophors sehr deutliche positive lichtenbergische Figuren.

Wenn man den Versuch dahin abänderte, daß man den Draht von Silber der Säule mit der untern Platte des großen Condensators in Berührung legte, die obere Platte

desselben mehrmahls mit dem Drahte von der Zinkseite berührte, alles Uebrige aber wie zuvor veranstaltete: so fand man an den berührten Stellen des Elektrophors sehr deutliche positive lichtenbergische Figuren.

Besonders merkwürdig sind die Figuren, welche sich an dem Ende einer Silbernadel bilden, die mit der Zinkseite der Batterie in Verbindung ist. Herr Gruber *) war der erste, der sie bemerkte. Wenn man nämlich Silbernadeln durch die Korke einer mit destillirtem Wasser gefüllten Glasröhre steckt, und die eine Nadel A mit dem Zink, die Nadel B aber mit dem Silberhaken der Batterie in Verbindung bringt, so entbindet sich an der Spitze von A sehr viel Luft, während sich die Spitze von B gelb oxydirt. Kaum dauert aber die gegenseitige Wirkung zwey Minuten, so wird das entstandene Oxyd von der Luft gebenden Spitze angezogen, und es bildet sich, unter Verwandlung des gelben Oxyds in ein schwarzes, an dieser Spitze ein aus schwarzem Silberoxyd bestehender, sehr schöner, in Absicht der Figuren den Schneefiguren ähnlicher Dendrit. In dem Augenblicke, da die Bildung des Dendriten ihren Anfang nimmt, hört auch die Erscheinung der sich entbindenden Luft auf, und die Luft gebende Nadel bedeckt sich mit einem schwarzen Silberoxyd, das aber nur sehr lose auf der Oberfläche der Nadel liegt; denn die geringste Berührung verwischt das Oxyd, und macht die Nadel mit ihrem vorigen Glanze erscheinen. Mehrere Beobachtungen leiteten ihn auf den Gedanken, daß diese Dendriten einem wahren Desoxydationsprocesse ihre Entstehung zu verdanken haben; und schloß, daß, so bald er mehrere Röhren, deren Silbernadeln in Berührung ständen, der galvanischen Wirkung aussetzte, auch die Farbe des sich an den Nadeln erzeugenden Oxyds, so wie auch die Entstehung der Dendriten in Absicht auf Zeit und Größe verschieden seyn werde.

Der Erfolg entsprach seiner Voraussetzung gänzlich; denn als er mehrere Röhren zu gleicher Zeit in die galvanische Batterie brachte, wurde die Nadel, welche unmittelbar mit dem

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. VIII. S. 218 f.

dem Silberhaken in Verbindung war, mit einem weißen, die der mittleren Röhre mit einem gelben, und die der dritten, als die mit dem Zinkhaken am nächsten in Verbindung stehende, mit einem sich dem Schwarzen nähernden Oxyd überzogen. Eben so verhielten sich auch die Dendriten in Absicht der Zeit ihrer Entstehung und ihrer Größe ganz verschieden; denn an der unmittelbar mit dem Zinkhaken in Verbindung stehenden Nadel erzeugte sich der Dendrit nicht nur gleich nach Schließung der Kette, sondern er war auch viel größer, als die in den beyden andern Röhren, in welchen sie sich viel später erzeugten. Ja in der mit dem Silberhaken unmittelbar in Verbindung stehenden Röhre erzeugte er sich erst nach Verlauf von 5 bis 8 Minuten, wobey das vorher weiße Oxyd in ein gelbes umgeändert wurde.

Durch diesen Erfolg seiner Theorie bestärkt, glaubte er die Entstehung dieser Dendriten ganz verhindern zu können, wenn er zwischen die Nadeln eine dünne Korkscheibe in die Glasröhre brächte, wodurch zwar nicht das Durchströmen des galvanischen Fluidums, wohl aber die durch wechselseitige Affinität bewirkte Desoxydation des so eben entstandenen Oxyds verhindert würde. Er verfertigte sich also eine Röhre, in deren Mitte eine Korkscheibe befindlich war, füllte sie mit destillirtem Wasser, und brachte sie, nachdem er die Nadeln hineingesteckt hatte, mit der Batterie in Verbindung. Die Luftentbindung, so wie auch die Oxydation, nahm gleich, so wie die Kette geschlossen war, ihren Anfang; allein ungeachtet er die Röhre ¾ Stunden der ununterbrochenen Wirkung ausgesetzt ließ, so zeigte sich doch keine Spur eines Dendriten, und statt daß sonst das in einer gewöhnlichen Röhre sich bildende Oxyd gelber Farbe ist, war es in dieser ganz weiß.

Da auch dieser Versuch ganz seiner Erwartung entsprach, und eine neue Bestätigung hergab, daß die Entstehung dieser Dendriten der Oxydation des Silberoxyds zuzuschreiben sey: so glaubte er fast annehmen zu dürfen, daß diese Dendriten sich nur dadurch erzeugen, daß ein Theil des an das Silberoxyd nur lose gebundenen Sauerstoffs sich mit diesem Wasser-

stoffe zu Wasser verbindet. Dabey muß nicht nur die Erscheinung der Luftbläschen eben sogleich aufhören, weil diese Wiedererzeugung des Wassers im Augenblicke ihrer Entbindung vor sich geht; sondern auch die Farbe des Oxyds muß verändert werden, weil es dann eine geringe Menge gebundenen Sauerstoffs enthält, und in ein schwächeres, also mit einer dunkeln Farbe erscheinendes Oxyd umgeändert wird. Die Zusammenhäufung dieses schwarzen Oxyds zu einer regelmäßigen, krystallinischen Fügung zeigenden Figur müßten wir wahrscheinlich dem Attractionsvermögen zuschreiben, welches alle gleichnahmigen Körper unter sich besäßen. Zur Erzeugung dieser Dendriten sey es nöthig, daß die Spitzen der Silbernadeln ganz genau gegen einander überstehen; denn so bald dieß nicht der Fall ist, warte man vergebens auf ihre Erscheinung.

Der Herr Prof. Pfaff zu Kiel sahe diese Versuche beym Herrn Gruber, welche ihm zur Anstellung eines Versuchs Gelegenheit gaben, der seine Idee vom Galvanisiren der Metalle als eines analogen Phänomens mit dem Magnetisiren des Eisens sehr zu bekräftigen schien. Es ist nämlich bekannt, daß, wenn man zwey mit Wasser gefüllte Glasröhren, in deren eine ein Draht vom Hydrogenpole geht, durch Metalle oder Reißbley u. s. w. mit einander verbindet, die beyden Extreme des verbindenden Drahtes, Reißbleyes u. s. w. ebenfalls galvanische Polarität zeigen, da dieß bey thierischen Theilen, Kork, feuchtem Papiere u. s. w. unter gewissen Einschränkungen nicht der Fall ist. Seine Vorstellung darüber ist, daß Metalle u. s. w. gleichsam eine galvanische Vertheilung in sich zulassen, aber nicht so die feuchten thierischen Theile. Der zwischen beyden Metalldrähten inne liegende, und die galvanische Wirkung fortleitende, Metalldraht wirke also gleichsam in diesem Falle, wie ein Stück Eisen, das zwischen dem + Pol und dem − Pol zweyer Magnete gebracht, jenem gegenüber −, diesem gegenüber + wird. So wie nun durch ein solches Stück Eisen, das die magnetische Vertheilung in sich zuläßt, die Pole jener beyden Magnete selbst ver-

verstärkt werden: so geschieht dieß auf eine auffallende und merkwürdige Art eben so auch durch den zwischenliegenden Metalldraht, in Rücksicht auf die beyden ursprünglichen galvanischen Pole, und eben diese neue Uebereinstimmung deutet noch mehr auf ein gleiches Naturgesetz in beyden Fällen.

Wandte man nämlich zwey Silberdrähte, und als verbindenden Mitteldraht ebenfalls einen Silberdraht an: so entstand nun an dem ersten und gleichsam ursprünglichen Hydrogenpole die Silbervegetation mit einer viel größern Schnelligkeit und Schönheit, und wurde von einem viel größern Umfange, als bey Anordnung einer einzelnen Glasröhre und bloß zweyer Drähte. Das Wasser wurde in jenem Falle nicht, wie in diesem, braun gefärbt, so vollkommen wurde alles Silberoxyd von dem nun stärkern Hydrogenpole wieder reducirt. Aber auch der erste und ursprüngliche Oxygenpol in der andern Glasröhre war nunmehr viel stärker und wirksamer. Es wurde jetzt nicht ein schwärzliches, sondern durch die stärkere Oxydation ein weißliches Silberoxyd und mit großer Schnelligkeit erzeugt. Was die Pole des zwischenliegenden Metalldrahtes betrifft, so schienen sie nicht so stark zu seyn, als die beyden ursprünglichen Pole; wenigstens war an dem, dem ursprünglichen Oxygenpole entgegengesetzten, Hydrogenpole die Silbervegetation nur unbeträchtlich, in Vergleich mit der so ungemein schönen Vegetation am ursprünglichen Hydrogenpole, ohne daß darum eine merkliche Gasentwickelung Statt fand. Dieses allein, glaubt Herr Pfaff, möchte hinreichen zu beweisen, daß der galvanische Luftentwickelungsproceß kein eigentlicher Wasserzersetzungsproceß ist, sondern daß an jedem Pole für sich ein Proceß Statt findet, der nur in so weit den Proceß des andern Poles bestimmt, in so fern die Intensität des entgegengesetzten Poles mit unter seinem Einflusse steht; daß also das Wasserstoffgas keines Weges gleichsam als das caput mortuum des Processes am Oxygenpole angesehen werden darf.

Herr Remer *) in Helmstädt kam einmahl auf den Einfall, eine Franklinische belegte Tafel mit Harzmehl auf der Belegung, und auf dem unbelegten mit Siegellack überzogenen Rande bepudert, positiv zu laden. Gleich bey der ersten Umdrehung der Elektrisirmaschine zog sich der Staub an den Rändern der belegten Platte zurück, und entfernte sich zwey bis drey Linien von der Belegung, ohne daß dieser Abschnitt eine regelmäßige oder figurirte Gestalt annahm, und der auf der Belegung selbst befindliche Staub blieb ruhig liegen. Ueberhaupt änderte sich in der Stellung des Staubes nun weiter nichts, selbst als er die Platte bis zum Ausströmen ladete. Als er aber die Tafel entladete, gerieth die ganze Staubmasse in Bewegung. Der ganze unbelegte Rand des Quadrats bekleidete sich mit + lichtenbergischen Figuren, welche ihre Spitzen nach der Belegung hinwendeten, und ihre abgeschnittene Basis an dem Rande des Glases hatten. Der auf der Belegung selbst befindliche Staub hing sich, bis auf einen kleinen Ueberrest, in einer dichten Masse an den Knopf des Ausladers, und überzog die ganze Seite desselben, welche dem Quadrate zugekehrt gewesen war, das Pünktchen ausgenommen, wo der Funken in den Auslader übersprang. Vielfältige Wiederhohlungen dieses Versuchs gaben ihm immer dieselben Resultate. Ladete er die Tafel mit — E, so erfolgte während der Ladung eine Zusammenziehung des Staubes auf dem unbelegten Rande, nach der Belegung hin, und beym Entladen erhielt er nicht, wie er vermuthet hatte, — E lichtenbergische Figuren, sondern sie waren auch hier positiv, aber die Basis derselben kehrte sich nach der Belegung, ihre strahligen Spitzen nach dem Rande des Quadrats zu. Zwischen diesen Figuren, die unmittelbar an der Belegung auf dem lackirten Rande standen, und dem geringen Reste von Hexenmehl, welches nach der Entladung auf dem belegten Theile des Quadrats liegen geblieben war, befand sich ein unregelmäßiger, nicht figurirter, ganz von Hexenmehle reiner Streifen.

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. VIII. S. 326 f.

Als er endlich ein so negativ geladenes und durch die Entladung gezeichnetes Quadrat nun wiederum positiv ladete, blieb Alles bis zum Entladen in vollkommener Ruhe. Beym Entladen aber verwandelte sich die ganze Zeichnung in die der positiv geladenen und wieder entladenen Tafel. Manche von diesen Erscheinungen konnte Herr Remer sich nicht erklären.

Die größten Elektrophore sind 1) der in Göttingen durch den dasigen Mechanikus Klindworth verfertigt worden ist. Die Beschreibung und Abbildung davon siehe Lichtenbergs Magazin für das Neueste rc. B. I. St. II. S. 35. Tab. I. Fig. 1. 2) Der im k. k. physikalischen Kunst- und Naturalienkabinette in Wien sich befindet, und noch viel größer als der vorerwähnte ist. Er wurde im Jahr 1796., nach der Angabe des Herrn infulirten Probstes von Eberle, Director dieses Kabinetts, verfertiget, der ihm alle mögliche Wirksamkeit und Bequemlichkeit zu geben wußte. Eine Beschreibung davon findet man in Heidmann's Theorie der Elektricität, Th. I. S. 53. §. 57.

Eudiometer. (Zus. zur S. 294. Th. II.) Der Herr von Arnim *) hat auf einige Ursachen des Irrthums bey Versuchen mit dem Eudiometer aufmerksam gemacht, auf welche man bisher nicht Rücksicht genommen hat. Es hatte nämlich Garnerin von Paris Luft mitgebracht, welche nach des Herrn von Humboldt's Untersuchung 0,008 bis 0,01 kohlensaures Gas und 0,259 Sauerstoffgas enthielt, da er sonst den Antheil von Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft zu Paris = 0,276 fand. Auf diesen großen Unterschied in Rücksicht des Sauerstoffgehalts und auf die Menge Kohlensäure macht Herr von Humboldt besonders aufmerksam; allein er vergißt hier, wie der Herr von Arnim bemerkt, wie alle, die sich bisher mit eudiometrischen Untersuchungen beschäftigten, einen Umstand von Wichtigkeit, nämlich die Temperaturverschiedenheit der Luft an dem Orte, wo die Luft einge-

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. III. S. 91 ff.

eingesammelt worden, und ihre Expansionsverschiedenheit eben daselbst. Hierbey erinnert er an die Prieur'schen Versuche *) über die eigenthümliche Ausdehnung der verschiedenen Gasarten bey gleichen Graden der Wärme, und besonders an die ausgezeichnet große Ausdehnung des Stickgas. Das Stickgas hat, nach diesen Versuchen, in Verhältniß zu der atmosphärischen Luft, die es mit dem Sauerstoffgas hauptsächlich zusammensetzt, eine größere Ausdehnungsfähigkeit durch die Wärme, als dieses. Im Eudiometer erhalten wir auf verschiedenen Wegen Stickgas; das Sauerstoffgas wird zersetzt; geschieht daher die Untersuchung einer Luftart nicht bey derselben Temperatur, wo sie eingesammelt, sondern in einer wärmern, so werden alle Untersuchungen zu viel Stickgas im Verhältnisse zum Sauerstoffgas angeben. Diese Bemerkung ist in mehrerer Rücksicht von Einfluß. Zuerst für die Eudiometrie selbst, nicht etwa bloß wegen der Garnerin'schen Luftuntersuchung allein, die in der wärmern Pariser Atmosphäre vorgenommen wurde, sondern überhaupt in Rücksicht aller Eudiometer-Versuche im Winter, die in der warmen Stube angestellt werden. Für die Meteorologie überhaupt ist auch jene Bemerkung von Einfluß, indem, nach derselben, wenn anderweitige Umstände es nicht hinderten, durch erhöhete Temperatur der Atmosphäre ihr Sauerstoffgehalt vermindert erscheinen müßte. Dem Meteorologen bleibe daher die Untersuchung, durch welchen Proceß in den entgegengesetzten Fällen das Sauerstoffgas vermehrt würde. Der Luftdruck käme bey eudiometrischen Versuchen, insbesondere bey solchen, wie die Humboldtischen über eine Luft, in der das Barometer 4 Zoll niedriger, als in Paris, stand, und wegen der ungleichen Zusammendrückung der Luftarten durch gleiche drückende Lasten, in Betracht. Zwar hätten wir neue Versuche, die diese Verschiedenheit bewiesen, ohne Versuche zu haben, die diesen Unterschied bestimmten; so viel sey aber gewiß, daß, je nachdem das Stickgas, welches im

*) Journal polytechn. C. II. *Prony* architecture hydraulique. Paris 1796. T. II. p. 152.

im Eudiometer abgeschieden werde, im Verhältnisse zu der atmosphärischen Luft eine größere oder geringere Compressibilität habe, durch den größern Luftdruck zu Paris der Sauerstoffgasgehalt größer oder weniger angegeben werde. Die Rechnung des Herrn von Humboldt, nach welcher der mittlere Sauerstoffgasgehalt der Luft im December viel geringer als im Aprill sey, widerspreche der Meinung einiger Physiker, die den größern Reitz der Winterluft auf die Lungen vom größern Sauerstoffgasgehalte herleiteten. Vielleicht, wenn er nicht irre, werde der Fehleranschlag für die Eudiometer im Winter ihre Meinung wenigstens in dieser Rücksicht rechtfertigen. Auch dem Astronomen könne jene Bemerkung über Herrn von Humboldt's Untersuchung nicht gleichgültig seyn, da nach Herrn Kramp *) die beste Tafel über die Strahlenbrechung von Bradley mit der Annahme einer beständigen specifischen Elasticität der Luft in jeder Höhe am besten übereinstimme, nach der Analyse des Herrn von Humboldt hingegen diese durchaus nicht hätte bestehen können. Da die Oxianthrakometrie mit allem Rechte einen Platz in der Eudiometrie behauptet, so sey es wohl nicht am unrechten Orte, auf einen Versuch aufmerksam zu machen, wodurch die Vermuthung des Herrn von Humboldt's, daß es eine übersaure oder vollkommene Kohlensäure gebe, geprüft werden könnte. Man wäge nämlich die Menge an Kalkerde, die aus dem Kalkwasser durch gleiche Volumina von verschiedenen Sorten Kohlensäure niedergeschlagen wird; denn Säuren, die man auf ein gleiches specifisches Gewicht gebracht, lassen sich am besten durch die Menge des zu ihrer Sättigung nöthigen Stoffs unterscheiden.

Sollte der Versuch einen Unterschied zeigen, so wäre das Lichtenbergische Verzeichniß der auf Meter oder Messer sich endigenden Nahmen um einen vermehrt, um einen Kohlensäure Güte-Prüfungsmesser. Ein nothwendigeres Werkzeug zur Luftprüfung wäre wohl ein Feuchtigkeitsmesser der Luft, da die gewöhnlichen Hygrometer, aller von Saussüre

*) Analyse des réfractions astronomiques. Lpz. 1799. p. 29.

angewandten Bemühung ungeachtet, dieß nicht leisten könnten. Hr. von Humboldt's Vorschlag, die Flaschen zu erwärmen und dann schnell zu erkalten, leiste, wenn er nicht irre, nicht viel mehr, da auch aus der kältesten Luft durch Entbindung der Gasarten, die des Wassers zu ihrer Darstellung in tropfbar flüssiger Gestalt bedürfen, Wasser abgeschieden werde. Diese Luftarten werde er aber am tauglichsten zu diesem Geschäfte der Wasserabscheidung finden; gleiche Volumina der zu prüfenden Luft in dem mit Quecksilber gefüllten Humboldt'schen Eudiometer vermischen, die Vermischung bis zu einem bestimmten Punkte erkälten, und aus der Verminderung des Volumens nach den dazu nöthigen Erfahrungen auf den Wassergehalt schließen.

Der Herr Mechanikus Klingert [a]) in Breslau hat ein neues Eudiometer angegeben und verfertiget, welches die Fig. 36. vorstellt. a ist der Wasserbehälter, der aus Blech verfertiget und an dessen obern Theil ein Glas b angekittet ist. Das eigentliche Eudiometer besteht aus der Glasröhre c, welche genau calibriret und in 100 gleiche Theile getheilt ist. Sie endiget sich oben in eine Kugel, welche gerade so viel Luft als die Röhre aufnehmen kann, so daß der körperliche Inhalt dieser Kugel 100 solcher Theile beträgt, in welche die Röhre eingetheilt ist. Ein gläsernes Gefäß n, welches bey den Versuchen mit Wasser angefüllt und mit einem Korkstöpsel verschlossen ist, umgibt die Eudiometerkugel. An den untern Theil der Eudiometerröhre ist eine kleine gläserne Glocke d angekittet, unter der sich ein Luftthermometer e befindet, welches sowohl die Temperatur des Wassers, mit welchem man das Gefäß anfüllt, als auch die Zunahme der Temperatur bey der Zersetzung des Salpetergas und der atmosphärischen Luft anzeigt; denn in der senkrecht stehenden Röhre des Thermometers befindet sich eine Quecksilbersäule, deren Steigen und Fallen an der Skale daselbst bemerkbar wird. Außerdem dient noch das Barometer zur Verschließung der Eudiometerröhre c. Die Thermometerröhre ist nämlich mit

a) Gilbert's Annalen der Physik; B. V. S. 184 ff.

mit ihrem obern Theile in eine blecherne Röhre eingekittet, über der eine gewundene Feder d angebracht ist, welche die Thermometerkugel an die Oeffnung der Röhre c andrückt. Soll die Eudiometerröhre geöffnet werden, so druckt man mit dem Finger an das Metallblättchen k. Der Halter des Thermometers f ist an die Fassung g angelöthet, und die Fassung an die Eudiometerröhre c angekittet und mit einer Hülse h versehen, welche an den Träger des Eudiometers gesteckt, und mittelst einer messingenen Schraube o daran befestiget wird. Dieser Träger l ist in die Hülse m befestiget, welche an das blecherne Gefäß a angelöthet ist.

In einer besondern Flasche wird das Salpetergas aufbewahret, an deren Hals ein Wasserbehälter von Blech angekittet ist; am Boden dieses Behälters befindet sich eine Röhre, durch welche das Wasser in die Flasche laufen kann. In einer Glasröhre, welche mit der Flasche verbunden ist, ist ein gläserner Hahn genau eingerieben; über diesen Hahn ragt eine Röhre hervor, welche eine gebogene gläserne Röhre aufnimmt.

Außerdem ist hierzu noch eine gebogene Glasröhre nöthig, mittelst deren man die Luft, welche sich unter der Glocke des Eudiometers befindet, bey jedem Versuche aussaugt.

Endlich muß man noch eine eigene Vorrichtung zur Hand haben, mit deren Hülfe man die zu untersuchende Luft in das Maß p bringt.

Der Gebrauch dieses Eudiometers ist folgender. Nachdem man das Gefäß a, b bis zur Hälfte der gläsernen Glocke d mit Wasser angefüllt hat, wird das Eudiometer vom Träger abgenommen, das Thermometer aber heruntergedrückt und auf die Seite geschoben, damit das Wasser, welches man in die Glocke gießt, in die Eudiometerröhre laufen kann. Mit demselben Wasser füllt man auch den um die Eudiometerkugel befindlichen Behälter n an, um die Ausdehnung der Luft, welche nachher hineinsteigt, zu verhüthen, welches erfolgen müßte, so bald die Temperatur der Zimmerluft oder der atmosphärischen Luft größer ist, als die des im blechernen

Gefäße

Gefäße befindlichen Wassers. Hat man darauf das Eudiometer an seinen Träger wieder fest angeschraubt, so wird vermittelst der gebogenen Glasröhre die unter der Glocke d befindliche Luft ausgesogen, da denn das ganze Eudiometer mit Wasser gefüllt und sogleich zur Untersuchung einer Luftart vorbereitet ist.

Um nun eine Luftart zu prüfen, verfährt man auf folgende Art. Die mit Salpetergas angefüllte Flasche wird neben das Thermometer so hingestellt, daß die gebogene Glasröhre der Flasche mit ihrem spitzen Ende genau unter die kleine Oeffnung des Luftmaßes p paßt. Nachdem man den gläsernen Hahn der Flasche umgedrehet, das blecherne Gefäß mit Wasser angefüllt, und die Röhre des Gefäßes geöffnet hat: so fließt das Wasser aus dem Gefäße in die Flasche, und nöthiget folglich das Salpetergas durch die krumme Glasröhre zu entweichen. Auf solche Art sammelt sich die entwickelnde Luft im Maße p. Das zuerst sich ansammelnde Gas muß man aus dem Maße wieder herausgehen lassen, weil es größten Theils aus derjenigen Luft besteht, welche bey dem vorhergehenden Versuche in der krummen Röhre zurückgeblieben war. Das Luftmaß p ist an das Metallstäbchen q befestiget, welches in der Mitte eine horizontale Hülse hat, die auf einen ans Glas angekitteten Stift gesteckt, und vermittelst der Schraube r festgeschraubt wird. An dem obern Theile dieses Stäbchens befindet sich die Platte s, wo man anfaßt, wenn man das Luftmaß nebst seiner ganzen Vorrichtung auf eine andere Stelle schieben will. Das Luftmaß p selbst hat nicht nur an dem untern, sondern auch an dem obern Theile eine Oeffnung, welche letztere sich genau durch das Glaskegelchen v verschließen läßt. Dieses ist mit dem Stäbchen t verbunden, und kann, mittelst desselben, in die Höhe und auf die Seite geschoben werden.

Ist das Luftmaß p auf die beschriebene Art mit Salpetergas angefüllt, so schiebt man es unter die Glocke d, und hebt den kleinen gläsernen Conus v in die Höhe, worauf das Gas aus dem Wasser in die Glocke übergeht. Nachher

her füllt man das Luftmaß mit der zu untersuchenden Luft an. So bald nun diese Luft unter die Glocke kömmt, erfolgt eine Zersetzung, welches man aus der röthlichen Farbe schließen kann. Nachdem die weiße Farbe sich wieder hergestellt hat, wird das Thermometer, welches bisher die Eudiometerröhre c verschloß, weggehoben. Die Luft, als leichterer Körper, steigt in die Höhe, und das Wasser fleßt herab. Da nun die Eudiometerröhre c in 100 gleiche Theile eingetheilt ist: so kann man bestimmt behaupten, daß so viele Theile Luft sind zersetzt worden, als Theile von der Eudiometerröhre mit Wasser angefüllt sind. Um aber einen jeden eudiometrischen Versuch so viel als möglich fehlerfrey anzustellen, muß man jedes Mahl das Eudiometer abschrauben, und in das mit Wasser angefüllte blecherne Gefäß versenken. Alsdann befindet sich die Röhre in derselben Temperatur als die obere Kugel. Da man nun mit leichter Mühe für eine gleiche Temperatur des Wassers sorgen kann, so wird hierdurch das Unrichtige der eudiometrischen Versuche vermieden.

Herr Volta gab einen Apparat an, die Luft mittelst des Wasserstoffgas zu prüfen; allein sein Apparat ist sehr zusammengesetzt, und das Wasserstoffgas kann bald mehr bald weniger Kohlenstoff aufgelöset enthalten, und dadurch das Resultat beträchtlich variiren. Ueberdieß kennt man zwar das Gewichtsverhältniß des Sauerstoffs und Wasserstoffs zur Erzeugung des Wassers hinreichend genau, nicht aber das specifische Gewicht dieser beyden Gasarten. Daher kann diese Methode nicht dienen, um den Antheil von Sauerstoffgas in den Luftarten zu bestimmen.

Der Herr von Humboldt glaubte, schwefelsaures Eisen habe die Eigenschaft, das Salpetergas, ohne den diesem Gas gewöhnlich beygemischten Antheil von Stickgas, zu verschlucken: und schlägt es daher als ein Mittel vor, die Reinheit des Salpetergas, dessen man sich zu eudiometrischen Versuchen bedienen will, zu prüfen. Sein Apparat zum Salpetergas-Eudiometer ist folgender: die kleine Flasche sowohl als die Röhre (Fig. 37.) sind von Horn. Die Höhe von

von a bis b beträgt etwas über 2 Zoll, bey cd ist eine Schraube, welche in gh eingeschraubt werden kann. Die Röhre fe ist bey f ebenfalls zum Herausziehen, und dann lassen sich in den kleinsten pnevmatischen Wannen die Versuche anstellen.

Berthollet *) behauptet aber gegen den Herrn von Humboldt, das Salpetergas werde vom schwefelsauren Eisen nicht bloß verschluckt, sondern auch zersetzt, wobey sich ein Theil des Sauerstoffs entbinde und mit dem dem Salpetergas beygemischten Stickstoff sich zu Salpetergas vereinige, und so ebenfalls verschluckt werde. Dieselbe Zersetzung bewirke auch das Wasser, das Quecksilber, liquides Kali und liquides Wasserstoff-Schwefelkali, und diese Zersetzung des Salpetergas sey mehr oder weniger vollständig, je nachdem die Flüssigkeit, welche mit dem Salpetergas in Berührung sey, mehr mit salpetriger Säure verwandte Stoffe in sich enthalte, zu deren Bildung sie alsdann mitwirken und mit der sie salpetersaure Verbindungen eingingen. In der Zersetzung des Salpetergas durch Wasser bilde sich weniger salpetersaures Ammoniak und mehr unvollkommene Salpetersäure, als Herr von Humboldt geglaubt habe. Denn es bilde sich sehr viel mehr Säure, als es im Verhältnisse des erzeugten Ammoniaks der Fall seyn könnte. Auch sey die Zersetzung des Salpetergas um so schwerer, je weiter sie vorgerückt sey und je weniger Sauerstoff das Gas auch enthalte. Berthollet schreibt die Verschiedenheit, welche sich im Salpetergas findet, dem verschiedenen Verhältnisse zu, worin es Sauerstoff und Stickstoff chemisch mit einander verbunden enthalte, und zweifle, daß sie bloß beygemengtem Stickgas zuzuschreiben sey.

Es sey bekannt, daß oxydirte Salpetersäure, die gar keine Wirkung auf den Stickstoff äußere, das Salpetergas sehr leicht verschlucke. Herr von Humboldt bemerkte nach diesem Verschlucken einen Rückstand, den er dem Stickstoffe, welcher

*) Bulletin des scienc. pour la societé philomatique. Paris, an 8. No. 40. p. 125.

welcher dem Salpetergas beygemengt gewesen sey, zuschreiben zu müssen glaubte. Dagegen fand **Berthollet**, als er diesen Versuch mit Salpetergas wiederhohlte, das mit Sorgfalt bereitet war, nur einen ganz unbedeutenden Rückstand, der nicht mehr in Anschlag kommen konnte.

Zuletzt legt **Berthollet** dem Schwefelkali und dem Phosphor die Eigenschaft bey, aus der atmosphärischen Luft allen Sauerstoff zu scheiden; eine Eigenschaft, welche **von Humboldt** ihnen aus dem Grunde streitig gemacht hatte, weil er immer noch in der von ihnen zersetzten atmosphärischen Luft durch Salpetergas einen Rückstand von Sauerstoff gefunden habe. **Berthollet** hingegen behauptet gerade das Gegentheil. Der Rückstand der durch Phosphor zersetzten atmosphärischen Luft verminderte sich mit Salpetergas nur sehr wenig, und diese Verminderung schreibt **Berthollet** einem durch das Salpetergas bewirkten Verschlucken des im Stickgas aufgelöseten Phosphors zu.

Uebrigens schlägt **Berthollet** zur Prüfung des Sauerstoffgehalts der Luft das langsame Verbrennen des Phosphors vor, als das untrüglichste Mittel, welches er aus vielen Beobachtungen habe folgern können.

Schon **Gren** empfahl das allmähliche und langsame Verbrennen des Phosphors oder sein Zerfließen in atmosphärischer Luft, als das vollkommenste eudiometrische Mittel, auch den kleinsten Rest des darin befindlichen Sauerstoffgas zu zersetzen. Nach seinem Vorschlage läßt sich das Eudiometer damit auf folgende Art verrichten. Man nimmt eine genau cylindrische Glasröhre, die an dem einen Ende geschlossen, und von diesem Ende an durch eine Skale in hinlänglich gleiche Theile ihres Inhalts abgetheilet ist. Man füllt sie mit destillirtem oder Regenwasser voll, läßt in einer Wanne mit Wasser eine Quantität der zu prüfenden Luft hinaufsteigen, und bemerkt die Menge dieser Luft bey bestimmtem Barometer- und Thermometerstande. Man steckt einige Nadeln durch einen Korkstöpsel, der einen kleinern Durchmesser hat, als die Röhre, befestigt

befestigt auf den hervorragenden Nadelspitzen reinen und klaren Phosphor, und bringt unten an den Kork einen Zwirnsfaden an. Man bringt diesen Kork unter die Mündung des Glascylinders, wo er dann im Wasser desselben aufsteigt, und der Phosphor auf demselben mit der Luft des Cylinders in Berührung kommt. Man bringt den Apparat in ein schickliches Gefäß mit Wasser, worin er stehen bleibt. Der Phosphor zerfließt nun allmählich unter Leuchten; und man kann von Zeit zu Zeit vermittelst des Fadens den Kork unter das Wasser ziehen, um die dem Phosphor anhängende Säure abzuspühlen, und ihn so wieder desto wirksamer zu machen. Wenn endlich alles Sauerstoffgas verzehrt und an dem noch rückständigen Phosphor kein Leuchten weiter im Dunkeln wahrzunehmen ist, dann zieht man den Kork heraus, und beobachtet bey correspondirenden Barometerdrucke und Wärmegrade die Menge des rückständigen Stickgas und des verzehrten Sauerstoffgas.

Dagegen zieht der Herr von Humboldt *) aus seinen Versuchen, die er in Paris, Baireuth u. s. w. mit Phosphor angestellet hatte, das Resultat, daß, wenn man atmosphärische Luft der Einwirkung des Phosphors aussetze, dieser nur einen Theil ihres Sauerstoffs absorbire (die Gränzen in diesen Versuchen waren 0,23 und 0,08); daß Salpetergas aus dem Rückstande noch 0,02 bis 0,14 Sauerstoff abscheide, und was denn noch an 0,27 Sauerstoffgehalte fehle, Sauerstoffgas anzeige, das mit Stickgas und Phosphor (denn letzterer sey in beyden Gasarten auflöslich), sich zu einem Oxyd mit zweyfacher Basis einem Phosphore d'Azote oxydée, verbunden habe, welche das Salpetergas nur zum Theil zu zersetzen vermöge; und daß daher der Phosphor, so wohl beym langsamen, als beym schnellen Verbrennen, immer eine höchst unzuverlässige eudiometrische Substanz sey.

Gegen

*) Mémoire sur la combinaison ternaire du phosphore, de l'Azote et de l'Oxygène, ou sur l'éxistence des phosphores d'Azote oxydés; in den Annalen de chimie. Tom. XXVII. p. 141.

Gegen diese Behauptung bemerkt aber Herr Parrot *) ganz richtig, daß man aus der großen Verschiedenheit in den Resultaten, nach welchen der Phosphor bald $\frac{23}{27}$, bald nur $\frac{8}{27}$ des Sauerstoffgas absorbirte, und das Salpetergas unter gleichen Umständen auf so gar verschiedene Rückstände an Sauerstoffgas deutete, nothwendig auf wesentliche Fehler, in den Humboldtischen Versuchen schließen müsse, vor welchen der geübteste Physiker nicht gesichert ist, wenn er einen neuen Gegenstand bearbeitet, und daß diese Versuche durchaus unzureichend seyn, um eine Theorie über den Phosphor und seine Verwandtschaft zum Sauerstoffgas zu gründen. Da die Absorption in ihnen bis 10 Tage lang dauerte, so kann der Phosphor nur $\frac{1}{250}$ des Luftvolumens betragen haben; und bey einer so geringen Phosphormenge, besonders wenn sie tief liegt, muß die Luft beträchtlich bewegt werden, soll die Absorption vollkommen seyn. Die mit Phosphor nicht gesättigte und die übersättigte Luftportion mischte sich bey der Behandlung des Rückstandes mit Salpetergas, und so entstand noch eine Absorption, die dem Phosphor zukam, und fälschlich dem Salpetergas zugeschrieben wurde. Ueber dieß ist wahrscheinlich bey jeder Absorption gar oft, dem Experimentator unbewußt, neue Luft hineingetreten. (Durch reine Kalkerde Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft abzuscheiden, gelang auch Herrn Parrot nicht.)

Nach Versuchen des Herrn Parrot's ist Folgendes das Verhalten des Phosphors in atmosphärischer Luft, die mit Quecksilber in eine Flasche gesperrt ist, bey + 12 bis 15° Reaum. Wärme. Der Phosphor überzieht sich mit einem welßlichten Dunste, der sich sogleich häufig zu Boden senkt. Nach und nach erhebt sich ein Theil desselben und erfüllt die ganze Flasche. Ist der Phosphor vorzüglich gut, so strömt der Dunst zuweilen in kleinen kugelförmigen Blasen mit

*) Ueber die eudiometrischen Eigenschaften des Phosphors, nebst Beschreibung eines richtigen Phosphoreudiometers; in Voigt's Magazin. Th. II. S. 154 ff.

mit Gewalt von der Stange, wie die größern Rauchbälle, welche geschickte Tabacksraucher aus ihrer Pfeife heraus zu stoßen wissen. Im Dunkeln leuchtet der Phosphor eine geräumige Zeit wie in offener Luft. Nach und nach nimmt das Leuchten ab. Indeß das Sauerstoffgas zersetzt wird, steigt das Quecksilber herauf, und seine Oberfläche überzieht sich allmählich mit einer Dunstdecke, welche späterhin zur Phosphorsäure wird. Zu Ende der Absorption beobachtet man im Dunkeln Folgendes: der Phosphor hat einen ziemlich ausgebreiteten Nimbus, wird immer breiter, aber auch schwächer, erfüllt einen Augenblick die Flasche, und verschwindet. Darauf erhebt sich ein neues Leuchten aus dem Phosphor, verbreitet sich und verschwindet. Dieß geschieht einige Mahl, und dann hört das Leuchten gänzlich auf. Legt man aber die Hand nachher an die Flasche, so entsteht wieder der Schein an der Seite, wo die Hand aufliegt, dehnt sich bis zum Phosphor aus, und verschwindet alsdann. Mit jedem warmen Körper, den man anlegt, kann man dieses Phänomen 5 bis 6 Mahl wiederhohlen. Zuletzt wirkt die Entzündung nicht mehr auf den Phosphor, sondern hält sich im obern Theile der Flasche und erlöscht. Die Vermehrung der Absorption während dieser letzten Zuckungen ist nicht merklich. So wohl der schwache Schein, als auch das unmerkliche Steigen des Quecksilbers zeigen, daß die Menge des noch vorhandenen Sauerstoffgases bey diesen letzten Zuckungen nur äußerst gering seyn kann, und die oft wiederhohlte Entzündung der Phosphorstange zeigt, daß sie immer noch fähig ist, das Sauerstoffgas zu zersetzen, und macht die entgegengesetzte Meinung wenigstens problematisch.

Als die Flasche mit Wasser gesperrt war, und nach vollendeter Absorption in das nun 6 bis 8° kältere Sperrwasser eingetaucht wurde, entstanden die stärksten Phosphoränderungen, die im ganzen Raume wie eine Feuerfluth umherströmten. Bald darauf nahm die Stange selbst am Leuchten Theil, und zwar fast so stark, als in atmosphärischer Luft. Nach und nach nahm diese Erscheinung ab, und verschwand endlich,

endlich, um bald wieder zu erscheinen, wie beym vorhergehenden Versuche. Die Wiedererscheinung des Leuchtens fing beym Phosphor an. Legte er nachher die Hand ans Gefäß, so entstand es wieder, aber auf der entgegengesetzten Seite. Als Licht hervorgebracht wurde, fand er feine Wassertropfen in Menge an den Wänden des Gefäßes. Hier wirkten zwey Ursachen: die Erkältung und die eingedrungene Luft aus dem Wasser. Gleich beym Untertauchen erkälten die Wände der Flasche. Dadurch entstand ein Niederschlag des in der Luft in Menge aufgelöseten Wassers, und also auch freye Wärme, welche die Temperatur der in der Luft schwebenden unvollkommenen Phosphorsäure erhöhete und ihre Verwandtschaft mit dem Phosphor vergrößerte. Das Phänomen, welches bey Auflegung der warmen Hand sich zeigte, bestätigte noch diese Erklärung.

Schon diese Erscheinungen gaben dem Herrn Parrot ein Mißtrauen gegen den Satz der abnehmenden Absorptionsfähigkeit des Phosphors. Noch mehr zeigte sich die Unrichtigkeit dieses Satzes, da Parrot in eine Flasche eine neu geschabte Phosphorstange neben die ältere, die schon lange geleuchtet hatte, hineinbrachte. Die alte leuchtete selbst stärker, als die neu geschabte. Ueberhaupt zeigte dieser Versuch, daß man sich nie schmeicheln dürfe, vollkommen reine Luftarten zu haben, so bald sie mit Quecksilber manipulirt werden, woraus sich vieles bey den Göttlingschen Versuchen erkläre. Ist der Luftdruck von innen geringer als der äußere, so steigen aus dem Quecksilber Luftblasen in die Flasche, wie sich das im Dunkeln am Leuchten des Phosphors und bey Tage an übergossenen Wasser zeigt.

Ueber dieß zeigte Parrot noch durch einen Versuch mit Gewißheit, daß der Phosphor, ohne gewaschen und geschabt zu werden, seine Eigenschaft, den Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft zu scheiden, nicht verliert, sondern daß dasselbe Stück beständig absorbiret, so lange Phosphor überhaupt absorbiren kann.

Was nun die neue Einrichtung des Parrotschen Oxygenometers oder neuen Phosphoreudiometers betrifft, so besteht die Einrichtung desselben im Wesentlichen in Folgenden, dessen Gebrauch er späterhin noch verbessert hat. Die Absorptionsröhre (Fig. 38.) A B hat oben eine Erweiterung A C, worin beym Versuche eine Phosphorstange, dicker, als der untere, möglichst gleichförmige Theil C B der Glasröhre, hineingelegt wird, um nicht in diese hinabzufallen. (In Herrn Parrot's Normaleudiometer scheint sie 30 Zoll, in den kleinern nur halb so lang zu seyn.) Um die Röhre zu graduiren, verschließt man sie bey B mit einer Blase, die man antrocknen läßt, und so gut an sie befestiget, daß sie nicht los läßt, wenn die Röhre mit Quecksilber gefüllt ist. Nachdem die Röhre erst leer, dann mit Quecksilber bis a a gefüllt, gewogen worden, und man von diesem Raume das Volumen des Phosphors, den man brauchen will, abgezogen hat (Herr Parrot empfiehlt, um unter sich harmonirende Eudiometer zu erhalten, stets ein Phosphorvolum von $\frac{1}{11}$ des ganzen Volumens der Röhre, und mithin von $\frac{1}{10}$ des ganzen Absorptionsraums, zu nehmen, und darnach die Skale ein für alle Mahl einzurichten): so erhält man den reinen Absorptionsraum in Granen Quecksilber. Darauf wiegt man von B an die Eintheilung der Skale etwa von 0,03 zu 0,03, oder von 0,05 zu 0,05 ab, so weit als die Skale gehen soll, (gewöhnlich bis 0,35 oder 0,4 des reinen Absorptions-Volumens,) und zeichnet die Höhen auf das Glas. Ist die Röhre nicht allzu ungleich, so lassen sich diese Theile dann mit dem Zirkel weiter eintheilen, und so die Skale abreißen. (Auf Herrn Parrot's größerem Eudiometer ist sie in tausend Theilchen, jedes noch $\frac{1}{12}$ rheinl. Zoll lang, und auf dem kleinern in hundert Theilchen, jedes $\frac{1}{4}$ Zoll lang, und in Viertel derselben eingetheilt.) Auf die Genauigkeit, womit alles dieß gemacht wird, beruht die Güte des Instrumentes. — Man füllt dann wieder alles Quecksilber in die Röhre, und paßt die eiserne Schraubenmutter A, deren Oeffnung ebenfalls weiter, als die Röhre B C seyn muß, so tief hinein, daß unter

unter ihr, über dem Quecksilber, nur ein kleines Luftbläschen bleibt. Diesen ihren Stand bemerkt man, und kittet sie, nachdem das Quecksilber herausgegossen worden, in demselben fest, wozu sich Herr Parrot des in Weingeist oder Terpentinöhl erweichten, heiß aufgetragenen Siegellacks bedient, wovon er das Ueberflüssige in der Röhre, dem sich anders nicht beykommen läßt, mit Kali wegbeizt. Die Schraube D hat einen Ansatz d, welcher, mit Fett bestrichen, die Oeffnung völlig luftdicht verschließt, und ihr Zapfen e muß noch etwas unter der Mutter hervorragen. Man schraubt sie fest ein, nimmt dann die Blase von der Oeffnung B weg, und füllt durch diese die Röhre ganz voll Quecksilber. Gehen nun einige Gran weniger als zuvor hinein, so feilt man vom Zapfen e so viel ab, bis endlich die Röhre genau die vorige Quecksilbermenge faßt. Solche Röhren mit aller Sorgfalt auf die angegebene Art graduirt und adjustirt, gaben über alle Erwartung harmonirende Resultate. Herr Parrot zeichnet die Röhre auf einen mit Eyweiß an die Röhre angeklebten Papierstreifen, und überzieht sie mit einem Weingeistfirniß, damit man das Instrument waschen kann. Um die Phosphorstange zu verhindern, in die Skalenröhre hinabzufallen, erweicht er sie im warmen Wasser, und macht das eine Ende derselben durch Aufstoßen etwas dicker.

Eine gewöhnliche unten zugeschmolzene Glasröhre dient zum Quecksilbergefäße c b (Fig. 39.), worin die Absorptionsröhre steht, und woraus das Quecksilber bey der Absorption in sie hinaufsteigt. (Wasser hierzu anzuwenden, ist wegen der Luft und Feuchtigkeit, die aus dem Wasser in die Absorptionsröhre tritt, nicht rathsam). Diese äußere Röhre muß etwas höher als die Skale hinauf reichen, und ihr innerer Durchmesser den äußern Durchmesser der Skalenröhre um etwa 3''' übertreffen, um dem Quecksilber im Zwischenraume beyder freyes Spiel zu gestatten, ohne doch überflüssig Quecksilber zu erfordern. Ein hangendes, unten mit einem Absatze versehenes Bret p q trägt dieses Gefäß mittelst zweyer

Ringen r r, die mit Charniren versehen sind, um die Röhre leicht und sicher abnehmen zu können.

Beym Gebrauche verfährt man folgender Maßen:

1) Man beobachtet die Temperatur und den Barometerstand.

2) Man füllt ein Paar Zoll hoch Quecksilber ins äußere Gefäß, legt die reine Phosphorstange in die Absorptionsröhre und verschließt sie durch die mit Fett bestrichene Schraube luftdicht.

3) Man füllt die Absorptionsröhre mit der zu prüfenden Luft an, und zwar mittelst Quecksilber. Ist es eine besondere, in einer Flasche aufbewahrte Luftart, so muß man sich des pneumatischen Quecksilberapparats bedienen; oder die Luft in einer langhalsigen Flasche, welche 4 bis 5 Mahl so viel hält, als das Instrument, aufbewahren; dann kann man die Füllung bloß mittelst einer geschickten Umkehrung der Absorptionsröhre und Einsetzung derselben in die Flasche, bewerkstelligen. Diese Füllungsmethode ist genau genug und für diejenigen, welche sonst keinen Apparat, und wenig Quecksilber haben, sehr bequem.

4) Die mit Luft gefüllte Flasche versenkt man schnell in das äußere Gefäß, und läßt sie stehen bis zu Ende der Absorption.

5) Man muß von Zeit zu Zeit das äußere Gefäß nachfüllen, damit das Quecksilber in der Skalenröhre nie höher stehe, als im Gefäß, weil sich sonst Luft aus dem Quecksilber entwickelt. Schwimmt das Instrument, und das Quecksilber steigt doch höher in der Röhre, als im Gefäße, so muß ein kleines Gewicht an die Schraube gehängt werden. Beym Beobachten muß das Quecksilber in der Röhre und im Gefäß vollkommen gleich hoch seyn.

6) Wenn der Phosphor zu leuchten aufhört, ist es gut, auch bey kleinen Instrumenten, die Absorptionsröhre auf und ab zu treiben, damit Bewegung in der reinen Luft entstehe, weil der aufgelösete Phosphor, ob er sich gleich bis aufs

Queck-

Quecksilber in der Röhre herunter senkt, demnach nicht so vollkommen wirkt, als in der Nähe der Stange.

7) Muß man, so wohl beym Füllen, als beym Beobachten, die Röhre nie mit der bloßen Hand fassen, auch sich nicht mit dem Gesichte zu lange und zu sehr derselben nähern. Hat nach vielen Beobachtungen die Menge des Phosphors merklich abgenommen, so ersetze man den Verlust durch Vertauschung der Stange.

8) Bey der entscheidenden Beobachtung des Eudiometerstandes muß das Thermometer und Barometer wieder beobachtet werden; und wenn sich ihr Stand verändert hat, so muß die Anzeige des Eudiometers darnach verbessert werden. Geschieht die Absorpton binnen 2 bis 3 Stunden, so kann man gewöhnlich beyde Correctionen außer Acht lassen. Im Falle großer Wärmeunterschiede aber suche man lieber die vorige Temperatur wieder herzustellen, weil die Untersuchungen über die Dilatation des Stickgas durch die Wärme noch zu mißlich sind. Für geringe Temperaturunterschiede rechnet Herr **Parrot**, daß für je 1° Reaumur sich das Luftvolumen um 0,0045 bis 0,005 ändert. Bey gewöhnlichen Barometerhöhen, und gewöhnlicher atmosphärischer Luft rechnet ferner **Parrot** für je 1''' Veränderung im Barometerstande 0,00225 Veränderungen im Luftvolumen; doch ist es auch leicht, sie jedes Mahl genauer zu berechnen.

9) Nicht alles Sauerstoffgas verschwindet auf diesem Wege, sondern 0,075 des absorbirten bildet mit dem Phosphor eine Art gasförmiger Phosphorsäure. Man addire daher zu der corrigirten Absorption noch 0,075 derselben hinzu, so hat man die gesammte Absorption.

10) Die so erhaltene Absorption gibt den Sauerstoffgehalt der Luft, sammt dem chemischen Dunste. Wegen dieses ist 0,02 abzuziehen. Und so ergibt sich endlich der wahre Sauerstoffgehalt der Luft.

11) Nach geendigten Versuchen läßt man das Instrument unberührt stehen. Der Phosphor wird durch die Einwirkung des Stickgas bloß dunkler an Farbe, ohne an seiner Güte zu

verlieren, scheint vielmehr empfindlicher zu werden, und braucht erst, wenn er nach vielen Beobachtungen merklich abgenommen hat, mit einer andern Stange vertauscht zu werden; Herr Parrot wäscht ihn und die Röhre zwar vor jeder sorgfältigen Beobachtung; doch nur um dadurch die Absorption während des Füllens und Einsetzens der Röhre unmerklich zu machen. Auch hebt er seinen geschabten Phosphor nicht im Wasser, sondern in engen verschlossenen Röhren auf, worin er sich vortrefflich erhält, und wodurch das neue Schaben erspαret wird.

Drey auf diese Art von Herrn Parrot und Sand behandelte und mit gleicher Luft gefüllte Eudiometer gaben eine Absorption durch Phosphor, das erste von 0,2225, das andere von 0,222214, das dritte von 0,2225 des reinen Absorptionsraums; ein ander Mahl von 2 Eudiometern, das eine eine Absorption von 0,2015, das andere von 0,20125. Diese große Uebereinstimmung der Versuche mit zwey und drey Eudiometern unter sehr verschiedenen Umständen, beweisen offenbar nicht nur die Regelmäßigkeit, welche diese Instrumente in ihren Resultaten gewähren können: sondern auch, daß in den Humboldt'schen Phosphorversuchen durchaus ein oder mehrere Fehler obwalten, und daß sie daher keines Weges als Beweis gegen die eudiometrische Vollkommenheit des Phosphors angeführt werden können.

Herr Parrot machte nachher eine sehr wichtige Correction am Phosphor-Eudiometer *). Er hat sich nämlich öfters aus einer durch Phosphor zersetzten atmosphärischen Luft Stickgas bereitet, dabey bemerkte er, daß die durch die Verschlukkung der unvollkommenen Phosphorsäure bewirkte Volumenverminderung nicht unbeträchtlich sey. Er beobachtete die Wirkung seiner Eudiometer in dieser Hinsicht, und fand nicht allein, daß diese Säure einen merklichen Raum einnähme, sondern auch, daß das Gemisch aus Azote und gasförmiger unvollkommener Säure, in Rücksicht auf die Volumensveränderung durch die Temperatur nicht das nämliche Gesetz befolge,

*) Voigt's Magazin; B. III. S. 188.

befolge, als die atmosphärische Luft. Der Phosphorinhalt zweyer Eudiometer verhielt sich $= \frac{1}{40} : \frac{1}{8}$, und er fand, daß 3 bis 4 Grade des 80theiligen Quecksilberthermometers, Veränderungen von beynahe 0,01 verursachten. Diesem Uebel abzuhelfen, veränderte er die Theilverhältnisse seines Eudiometers, so daß sie beynahe gleichen Phosphorgehalt hatten, und nun war dieser Fehler unmerklich. Er näherte sich dem Verhältnisse von $\frac{1}{10}$, als einem sehr schicklichen. Um also harmonirende Eudiometer zu erhalten, muß das Verhältniß des Phosphorvolumens zum reinen Absorptionsraume sich wie 1:10 verhalte, oder jenes Volumen zum Raume des ganzen Eudiometers = 1 : 11.

Noch einen wichtigen Umstand hatte Parrot zu berichtigen, nämlich die Bestimmung des Raums, den die unvollkommene Phosphorsäure im Rückstande nach der Wirkung des Phosphors einnimmt. Um nun zuvor aus der zu untersuchenden atmosphärischen Luft das kohlensaure Gas möglichst abzuscheiden, ließ er diese Luft 3 Tage über flüssigem halbkohlensauren Kali stehen, und schüttelte sie damit wiederhohlt. Dann wurde diese Luft im Quecksilberapparate in eine gegen 5''' weite und 21'' Paris. Maß lange Glasröhre gebracht, darin die Absorption des Sauerstoffs und Phosphors veranstaltet, und als sie vollendet war, die Röhre in ein hohes Gefäß mit flüssigem Kali gebracht. Die Höhe, bis zu welcher dieses sogleich in der Röhre stieg, zeigte die Menge des absorbirten Sauerstoffgas. Nach 12 Stunden, wobey die Röhre mit dem Kali 6 oder 7 Mahl sanft geschüttelt war, damit alle Lufttheilchen mit demselben in Berührung kamen, als das Kali schon lange nicht mehr in der Röhre stieg, wurde der Stand desselben genau bemerkt. Die wohl getrocknete und gereinigte Röhre wurde darauf in ihrem ganzen Inhalte und in ihrer Capacität bis an den beyden bemerkten Ständen genau mit Quecksilber auf einer Wage, die bey 1 Pfund noch mit $\frac{1}{4}$ Gran Ausschlag gab, ausgewogen, nachdem alle kleine Luftbläschen an der innern Oberfläche durch Vereinigung zu einer großen Blase hinaus-

 geschaffe

geschafft waren. Die ersten Versuche mißglückten; folgender gelang mit der äußersten Genauigkeit, so daß dabey höchstens aus der Schwierigkeit, die bey Eudiometern nach der bisherigen Einrichtung unvermeidlich ist, den Stand des Kali ganz genau zu bemerken, ein Fehler entstanden ist. An Quecksilber wog

die ganze Röhre — —	11705	Gran
der Phosphor der 91 wog —	670	—
also war der reine Absorptionsraum	11035	—
Luftrückstand nach der Absorption durch Phosphor	8972	—
also war die Absorption durch Phosphor	2063	—
ganzer Rückstand nach der Absorption durch Kali	9012	—
also war die ganze Abs. durch Phosph. und Kali	2103	—
mithin die Absorption durch Kali allein	40	Gran.

Diese Zahlen auf zehntheilige Brüche reducirt, geben

reinen Absorptionsraum —	1,00000
Absorption durch Phosphor —	0,18697
Absorption durch Phosphor und Kali	0,19059
Absorption durch Kali allein —	0,00362

Nach der Correction dieser Resultate für die Veränderungen des Barometer- und Thermometerstandes fand Parrot

die scheinbare Absorption durch Phosphor	—	0,18697
die gehörige Correctur für 3‴ Barometerhöhe	+	0,00690
die gehörige Correctur für 1,3° Thermometer	+	0,00598
die wahre Absorption durch Phosphor		0,19985
die scheinbare Absorption durch Phosphor und Kali		0,19059
die gehörige Correctur für 6,1‴ Barometerhöhe	+	0,01403
die gehörige Correctur für 2°,2 Thermometer	+	0,01012
mithin die wahre Absorpt. durch Phosphor und Kali		0,21474
und die wahre Absorption durch Kali allein		0,01489

Da aber beym Schütteln das Kali etwas von der Flüssigkeit an den Wänden der Röhre hangen bleiben mußte, so setzt Herr Parrot die wahre Absorption durch Kali wenigstens

stens auf 0,015 des reinen Absorptionsraums, oder auf $\frac{0,015}{0,2}$ = 0,075 des Absorptionsraums durch Phosphor. Und daraus folgert er die Regel, daß man die Phosphorabsorption, in Theilen des ganzen Absorptionsraums ausgedrückt, nachdem sie wegen des Barometer- und Thermometerstandes verbessert worden, noch mit 0,075 multipliciren, und dieses Produkt zu der gefundenen Absorption hinzufügen müsse, um die Summe des wahren Sauerstoffgehalts der atmosphärischen Luft zu erhalten.

Auch macht noch Herr Parrot einige wichtige Bemerkungen über einige Behauptungen des Herrn Berthollet's, welcher ebenfalls das langsame Verbrennen des Phosphors als das beste eudiometrische Mittel vorgeschlagen hatte. Herr Parrot *) bemerkt gegen Berthollet:

1) daß das Instrument nicht mit Wasser gesperrt werden müsse, besonders wenn es eine weite Skalenröhre besitze. Die Ausdünstung und das Verschlucken der Luftsäure modificirten gewiß die Resultate.

2) Verwechsele Berthollet die zweyerley Zustände, in welchen sich Phosphor in Stickgas, nach der Zersetzung der atmosphärischen Luft, befinde. Herrn Parrot's Beobachtungen hierüber sind folgende.

Das Stickgas ist fähig, den Phosphor in Dunst aufzulösen, nicht in Gas. Dieser Dunst schlage sich, wie jeder physische Wasserdunst, (wie der Ruß,) durch Verminderung der Temperatur nieder. Er habe es öfters, beynahe jedes Mahl, in seinen Eudiometern beobachtet. Allgemein genommen schlug sich dieser Dunst nach der Zersetzung der Luft nieder, besonders bald, wenn die äußere Luft erkaltete. Ein solcher Niederschlag entstand immer mehr in dem Eudiometer, der eine größere Portion Phosphor nach Verhältniß des Inhalts des Gefäßes enthielt, und wenn die Temperatur überhaupt hoch war. Sein Normaleudiometer, das ehemahls etwa an Volum nur $\frac{1}{40}$ Phosphor enthielt, zeigte oft keinen gelben

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. X. S. 204 ff.

gelben Niederschlag; hingegen gab ein weit kleineres, das aber $\frac{1}{6}$ an Phosphor enthielt, jeder Zeit sehr vielen gelben Niederschlag. Dieser Unterschied war sehr auffallend, und Herrn Parrot lange unerklärbar. Im Kleinern, wo die Zersetzung gewöhnlich 4 bis 8 Mahl geschwinder vor sich ging, als im Großen, mußte die erzeugte Wärme viel größer seyn; dadurch verflüchtigte sich mehr Phosphor, der nach der endlichen Erkältung niederfiel. In einer Flasche, in welcher er eine Portion etwas angesäuerten Phosphors hermetisch verschlossen hatte, geht eine abwechselnde Sublimirung und Niederschlag des Phosphors seit 2 Jahren beständig vor sich, so daß die Flasche schon über und über mit orangegelbem Niederschlage rundum beschlagen ist. Die eingesperrte Luftportion, welche anfangs atmosphärische Luft war, beträgt kaum $1\frac{1}{2}$ Cubikzoll, und es haben sich bereits 5 Gran Phosphor niedergeschlagen. Dieser Dunstzustand des Phosphors im Stickgas ist also nicht zweifelhaft. Dieser Phosphor hat auf dessen Volum keinen Einfluß, wenigstens hat Parrot noch keinen Unterschied wahrnehmen können, vor und nach dem Niederschlage, ob er gleich ihn absichtlich gesucht hat, und an seinem großen Eudiometer Veränderungen von $\frac{1}{4}$ eines Tausendtheilchens wahrnehmen kann.

Das Stickgas der zersetzten atmosphärischen Luft enthalte aber auch noch Phosphor in Gasgestalt, aber gesäuert. Der Grund, den er habe, eine gasförmige Säure aus dem Phosphor anzunehmen, sey der, daß dieses phosphorische Gas sich mit Alkalien sehr schnell verbinde, wie er es oft bemerkt habe. Darauf gründe er eine Methode, sehr reines Stickgas aus der Atmosphäre zu bekommen. Freylich könnte vielleicht sonst eine Verbindung des Phosphors mit dem Alkali, eine Art Phosphorleber, entstehen; allein es sey ihm keine solche Verbindung bekannt, und sie sey hier nicht wahrscheinlich, weil aller Geruch verschwinde. Die Untersuchung dieser Säure werde vielleicht auf die Kenntniß der Natur des Phosphors führen. Er glaube fast, daß dessen Bestandtheile Hydrogen und Kohlenstoff seyn; jenes wahrscheinlich sehr

schwach

schwach oxydirt, aber in überwiegender Menge. Wenigstens sey die Gegenwart des Kohlenstoffs bey der Färbung des Phosphors durch den Gebrauch beynahe nicht zu läugnen. Seine Phosphorstangen seyn vom dunkelsten Braun, wenn er sie ein ½ Jahr lang gebraucht habe. Beym Umschmelzen derselben, auch wenn er sie vorher noch so rein abwusch, setzte sich viel einer orangenfarbigen Substanz auf dem Boden nieder: und die neue durchsichtigere Stange zeige völlig schwarze Flecken und Streifen, welche in der vollkommenen Salzsäure ausgebleicht werden könnten.

Diese präsumptive gasförmige Phosphorsäure sieht Parrot als ein Produkt des Sauerstoffs an, nicht aber als ein Produkt des Stickstoffs; daher hat er bey der sehr genauen Untersuchung ihrer Quantität in der zersetzten Luft, diese Quantität als eine Funktion des Sauerstoffgehalts der Luft, angesehen, und diese Menge für jedes 0,01 berechnet, welches ihm zur Basis der Correction der Resultate des Eudiometers diente. Bey einer Luft, die 0,19985 Sauerstoff enthielt, fand er die Menge dieser Gasart = 0,01489; welches für jedes 0,01 Sauerstoff, 0,00075 ausmacht, und mit Berthollet's Angabe von beynahe $\frac{1}{40}$ nicht übereinstimmt. Seine Luft hatte nach seiner eigenen Angabe 0,22 Sauerstoff, also ohne diesen Zusatz etwas weniger als 0,20, mithin beynahe so viel, als die Luft, welche er zu seiner Bestimmung nahm. Der Grund zu diesem Unterschiede möge von der Feuchtigkeit, vom chemischen Dunste herrühren, auf welchen er bey dieser Untersuchung sorgfältig Rücksicht nahm, Berthollet aber wahrscheinlich nicht.

3) Auch stimmen Parrot's Beobachtungen über die atmosphärische Luft mit Berthollet's seinen nicht überein. Dieser fand beständig gleichen Sauerstoffgehalt, und zwar nach allen Reductionen 0,22. In Parrot's spätern Versuchen variirte dieser Gehalt von 0,207 bis 0,23, die erwähnte Reduction nicht mit gerechnet. Nach seiner Reduction sind also die Gränzen 0,222525 und 0,24725. Nimmt man Berthollet's Angabe zur Correction, so sind diese Gränzen

0,232

0,232 und 0,255. Für jetzt könne man wohl 0,25 für den größten Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft setzen. Der Grund, den Berthollet für die Bestandtheile des Sauerstoffgehalts angebe, nämlich die Bewegung der Luft, beweise allerdings, daß dieser Gehalt nicht sehr stark variiren könne, schließe aber Variationen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ p. C. nicht aus, es verstehe sich für sehr entfernte Orte und verschiedene Zeiten. Ein Wind, der 15 Fuß in einer Secunde durchlaufe, brauche etwa 5 Tage, um eine Strecke von 18° zu durchstreichen. Warum sollte z. B. vor einem Südwinde die Luft in Schottland, Schweden, Norwegen, Rußland nicht an Sauerstoff ärmer, als 5 Tage nach dessen Entstehung, wenn z. B. eine üppige Vegetation, von vielem Sonnenscheine begünstiget, viel Sauerstoffgas in Italien, im nördlichen Afrika, in Griechenland entwickelt habe? Warum sollte ein Ostwind, der über Asiens Vegetation herkäme, nicht Europa mit mehr Sauerstoff versehen, als der Westwind, der über das atlantische Meer herwehe, wo er keine Sauerstoffentwickelung antreffe? Und sey dieser Unterschied an Sauerstoffgehalt jener Winde nicht die Hauptursache ihrer hygrometrischen Phänomene?

So reichhaltig und scharfsinnig des Herrn Parrot's Untersuchungen über die Eudiometrie sind, so scheinen sie doch viel durch die Entdeckung der Herrn Dalton und Gay-Lüssac der durchaus gleichen Expansibilität aller Gasarten, feuchter, wie trockner, durch Wärme, von ihrem Werthe verloren zu haben. Es ist unläugbar, daß, wenn die verschiedenen Gasarten eine verschiedene Ausdehnbarkeit durch Wärme oder eine verschiedene Compressibilität durch Druck hätten, dieses auf die Resultate der eudiometrischen Versuche, wo ein Gemenge aus Sauerstoffgas und Stickgas Statt findet, einen unbedeutenden Einfluß haben würde. Eben hierauf machte der Herr von Arnim, wie oben angeführt ist, aufmerksam. Allein durch die Bemühungen der Herrn Dalton und Gay-Lüssac sind die Correctionen, welche von diesem Umstande abhängen, unnöthig. Denn wenn auch die untersuchte Luftportion, da sie sich in der Atmosphäre

befand,

befand, auch um volle 40° Reaum. kälter gewesen seyn sollte, als während des Versuchs: so ändert dieß im Resultate nichts; denn Sauerstoffgas und Stickgas sind durch gleiche Grade von Wärme gleich expansibel, und bleiben daher in allen Temperaturen ihrem Volumen nach in gleichem Verhältnisse. Eben so wenig dehnt das Stickgas sich aus, wenn das Sauerstoffgas davon getrennt ist, bleibt es nur in unveränderter Wärme und unter unverändertem Drucke. Denn die Expansivkraft beyder Gasarten vereint ist genau der Summe der Expansivkräfte beyder einzeln genommen gleich, und ihr Volumen ist ihrer Expansivkraft verkehrt proportional.

Ein bestimmtes Volumen atmosphärischer Luft = 1 erleide einen Druck von p Zoll Quecksilberhöhe, und enthalte μ Theile Sauerstoffgas und ν Theile Stickgas: so heißt dieß, es enthalte so viel von beyden Gasarten, daß, wenn jede einzeln unter dem ganzen Drucke stünde, dem beyde zusammen ausgesetzt sind, jenes einen Raum von μ, dieses von ν Theilen, also jenes das Volumen $\frac{\mu}{\mu+\nu}$, dieses das Volumen $\frac{\nu}{\mu+\nu}$ einnehmen würde. Nun sind zwar beyde Gasarten durch das ganze Volumen verbreitet, aber nicht jede in der Dichtigkeit, die dem Drucke p entspricht. Von diesem Drucke kommt auf das Sauerstoffgas nach Dalton's Hypothese nur der Theil $\frac{\mu}{\mu+\nu}.p$, und auf das Stickgas der Theil $\frac{\nu}{\mu+\nu}.p$, und das Volumen, welches das erstere und welches das letztere unter gleichem Drucke, z. B. unter dem Drucke p, einnehmen würde, steht in dem Verhältnisse jenes Drucks, ist also ungleich, und richtet sich nach dem Verhältnisse $\mu:\nu$. Stellen wir im Eudiometer, nachdem das Sauerstoffgas absorbiret worden, das Stickgas allein unter dem Drucke p und in unveränderter Temperatur dar, so nimmt es einen geringen Raum ein, und zwar nur das Volumen $\frac{\nu}{\mu+\nu}$. Eben so würde das Sauerstoffgas allein

unter dem Drucke p dargestellt das Volumen $\frac{\mu}{\mu+\nu}$ einnehmen. Beyde Volumina zusammengenommen sind $= 1$, also dem Volumen des Gemenges gleich. Erhält man daher gleich durch das Eudiometer das Stickgas in einer andern Dichtigkeit, als worin es sich nach Dalton's Hypothese in der atmosphärischen Luft befindet: so lernt man doch dadurch immer genau den Antheil der atmosphärischen Luft an Stickgas kennen, d. h., wie viel von einem gegebenen Volumen atmosphärischer Luft das Volumen des Stickgas, wenn es unter demselben Drucke als die Luft steht, beträgt. Dieses Volumen vom Ganzen abgezogen gibt genau das Volumen, den das Sauerstoffgas allein unter diesem Drucke einnehmen würde, und man hat also dadurch das Verhältniß der Voluminum beyder Gasarten bey einerley Druck.

Selbst der Zustand der Feuchtigkeit der Luft hat auf diese Bestimmung keinen Einfluß, wenn nur die Temperatur während des Versuchs unverändert bleibt. Wenn die atmosphärische Luft mit Wasserdampf von der Expansivkraft ϱ gemischt wäre, und beyde unter dem Drucke von p Zoll Quecksilberhöhe stehen: so kommen von diesem Drucke nach Dalton's Hypothese, auf den Dampf ϱ, auf das Sauerstoffgas $\frac{\mu}{\mu+\nu} \cdot (p-\varrho)$ und auf das Stickgas $\frac{\nu}{\mu+n} (p-\varrho)$ Zoll.

Der Dampf allein könnte unter dem Drucke p nicht bestehen; er vermindert ihn aber um ϱ, und macht daher, daß die Luft, auf welche nur der Druck $p-\varrho$ kommt, sich aus dem Volumen 1 zu dem Volumen $\frac{p}{p+\varrho}$ ausdehnt: und das ist jetzt der Raum, durch den alle drey elastische Flüssigkeiten ausgebreitet sind. Wird nun das Sauerstoffgas absorbirt, so kommt der ganze Druck p auf den Dampf und das Stickgas; und zwar auf jenen unveränderlich der Druck ϱ, auf dieses der Druck $p-\varrho$. Wie sich daher

$p-\varrho$

$p - \varrho : \frac{v}{\mu + v}(p - \varrho)$ verhält, so muß sich der Raum verhalten, durch den zuvor das Stickgas verbreitet war, zu dem Raume, den es im letzten Falle einnimmt. Dieser ist also wieder der $\frac{v}{\mu + v}$te Theil des Raumes, den zuvor beyde Gasarten und der Wasserdampf zugleich einnahmen. Der Antheil von Stickgas steht also auch in diesem Falle zu dem Antheile von Sauerstoffgas genau in dem Verhältnisse des so gefundenen Volumens $\frac{v}{\mu + v}$ zu dem Reste des Volumens $1 - \frac{v}{\mu + n} = \frac{\mu}{\mu + v}$; und $\mu : v$ ist das Verhältniß der Voluminum beyder Gasarten bey gleichem Drucke. Die absoluten Räume, welche beyde Gasarten unter diesen Umständen einzeln unter dem Drucke einnehmen, sind zwar nicht diejenigen, welche ihnen unter dem ganzen Drucke p, sondern nur diejenigen, welche ihnen unter dem Drucke $p - \varrho$ zukommen; allein dieß hat auf das Verhältniß beyder nicht den geringsten Einfluß. Man braucht daher auf den Rückstand der Feuchtigkeit der Luft bey eudiometrischen Versuchen nicht Rücksicht zu nehmen, wofern man nur darauf sieht, daß während des Versuchs Alles bey gleicher Temperatur bleibt.

Da alle diese Gründe auch für den Fall gelten, wenn die Gasarten mit tropfbarem Wasser in Berührung sind: so ist es nicht nöthig, wie Parrot behauptet, bey eudiometrischen Versuchen das Wasser zu vermeiden, und die Luft mit Quecksilber zu sperren, wenn nur während der Versuche die Temperatur des Wassers und der Luft unverändert bleibt.

Hieraus erhellet also, daß die Entdeckung des Herrn Dalton die Eudiometrie weit mehr vereinfacht habe, als man bisher glaubte. M. s. Dämpfe, Luft.

Ob nun gleich nicht zu läugnen ist, daß das schwache Verbrennen des Phosphors eines der schicklichsten Mittel zu eudiometrischen Prüfungen ist, so bemerket doch Davy, daß

diese Operation äußerst langsam von Statten gehe, und in manchen Fällen sey es schwer, den Zeitpunkt zu bestimmen, wo man den Versuch als völlig beendiget ansehen könne.

Auch hat Herr Böckmann *) der Jüngere einige Bemerkungen gegen Parrot's neuen Luftprüfemesser gemacht, die allerdings verdienen beherzigt zu werden. Was nämlich die Einsenkung der Absorptionsröhre in die andere zum Theil mit Quecksilber angefüllte Röhre betrifft, so komme bey Parrot's Verfahren offenbar das zu prüfende Gas, wenn es auch nur auf einige Secunden sey, mit der atmosphärischen Luft in Berührung, und nur in dem einzigen Falle habe dieses keinen Einfluß auf das Resultat, wenn man gerade die den Sauerstoffmesser umgebende atmosphärische Luft prüfen wollte. Sollte hingegen eine künstlich angefeuchtete oder getrocknete atmosphärische Luft, oder Stickstoffgas und Wasserstoffgas, beyde von verschiedenem Gehalte an Sauerstoffgas u. s. w. genau untersucht, und sollen sie mit einander verglichen werden: so könne dieses bey der vorgeschriebenen Einrichtung und Behandlung keines Weges mit der erforderlichen Genauigkeit geschehen. Dergleichen Arbeiten aber kämen bey pnevmatischen Arbeiten häufig vor, und der Sauerstoffmesser könne nur dann für zweckmäßig gehalten werden, wenn man dergleichen Untersuchungen damit vornehmen könne. Er sehe daher nicht ein, wie Herr Parrot nach seinem angegebenen Verfahren z. B. ein gegebenes Stickstoffgas, dem etwa ein oder weniger Hunderttheile Sauerstoffgas beygemischt seyn könnten, auf den Gehalt an Sauerstoffgas mit Genauigkeit prüfen wolle, da bey dem Uebertragen der mit jenem gegebenen Gas gefüllten Absorptionsröhre in die äußere mit Quecksilber zum Theil gefüllte Röhre, es geschehe dieses auch noch so geschwind und behutsam, immer eine Verbindung mit atmosphärischer Luft Statt habe und daher unrichtige Resultate erhalten würden. Um, bey sonstiger Richtigkeit des Phosphoreudiometers, dieser Unvollkommenheit abzuhelfen, schlägt Herr Böckmann vor, daß man für die äußere hohe Röhre

*) Gilbert's Annalen. B. XI. S. 68 ff.

Röhre eine niedrigere, oder eine Schale substituirte, so daß man die mit dem zu untersuchenden Gas gefüllte Absorptionsröhre, von dem Gesimse der Wanne, immer mit Quecksilber gesperrt, in jenen Behälter bringen könnte; wobey denn die atmosphärische Luft keinen Zutritt hätte.

Herr Parrot nehme an, daß der Phosphor in einem sauerstoffhaltigen Stickstoffgas über Quecksilber gerade so lange fortleuchte, bis alles Sauerstoffgas vollständig zerlegt sey. Er scheine keine Rücksicht auf die Möglichkeit zu nehmen, daß das dabey entstehende phosphorsaure Gas, so wie mehr oder minder oxydirte Phosphortheilchen, und andere mögliche Phosphorverbindungen, fähig seyn könnten, dem fortdauernden Leuchten des Phosphors endlich, auch bey der Gegenwart des Sauerstoffgas, Schranken zu setzen, und daß daher der Phosphor, so wie er hier angewandt werde, für keine Substanz anzunehmen sey, welche der atmosphärischen Luft alles Sauerstoffgas entziehen könne. Er übergehe die deßfalsigen interessanten Bemerkungen der Herren Göttling und von Humboldt, und er beziehe sich nur auf einige seiner Erfahrungen, wodurch es offenbar erwiesen sey, wie äußerst nachtheilig unter andern auch phospharhaltiges Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas auf das Leuchten des Phosphors in Stickstoffgas oder in atmosphärischer Luft wirkten. Daß diese beyden Gasarten bey dem Leuchten des Phosphors entstehen könnten, werde sogar nach Herrn Parrot's Meinung nicht ganz unwahrscheinlich; weßhalb denn der Phosphor nicht gerade die sicherste Substanz zur Sauerstoffmessung seyn möchte.

So wenig er die allgemeine Richtigkeit der Versuche, Resultate und Meinungen von Humboldt's vertheidigen möchte, so möchte er doch diesem würdigen Gelehrten nicht den Vorwurf machen, daß seine Versuche überhaupt zu flüchtig angestellet seyn. Am wenigsten schienen diejenigen Versuche diesen Vorwurf zu verdienen, welche er nur in der Abhandlung über die dreyfachen Verbindungen des Phosphors, Sauerstoffs und Stickstoffs mittheile, da doch von Humboldt

keine so großen Fehler habe begehen können, als man ihm hier vorzuwerfen scheine. Herr Parrot habe zwar bey der Beschreibung seines Sauerstoffmessers sich zugleich bemüht, von Humboldt's und anderer Naturforscher hierher gehörige Erfahrungen und Einwürfe zu schwächen; allein es schiene ihm, als habe er seinen Zweck doch noch nicht erreicht. Auch hätten solche bis jetzt um so weniger Gewicht, da Herr Parrot, wenigstens damahls, keinen Fontana'schen Sauerstoffmesser zur Hand gehabt habe, der doch nöthig sey, um vergleichende Versuche über diesen Gegenstand anzustellen.

Wäre ferner der Phosphor fähig, der mit Quecksilber gesperrten atmosphärischen Luft alles Sauerstoffgas zu entziehen, so müßten die von ihm angestellten Versuche anders ausgefallen seyn. Er ließ nämlich zu Stickstoffgas, das in einer genau graduirten Röhre eines Salpetergas-Sauerstoffmessers mit Quecksilber gesperrt war, und wo sich in dem Gas ein Stück Phosphor befand, bestimmte Quantitäten eines sehr reinen, aus rothem Quecksilberoxyd bereiteten Sauerstoffgas. Allein er beobachtete niemahls, daß durch das Leuchten des Phosphors die Gassäule gerade um so viel vermindert werde, als das zugetragene Sauerstoffgas betragen hätte. Es blieb einige Mahl von 80 und 100 Graden 4,6 und mehr übrig, und bey der Prüfung solcher Rückstände im Salpetergas-Sauerstoffmesser fand er öfters noch einige Grade Verminderung.

Herr Parrot sey der Meinung, daß der Phosphor durch Temperatur-Verminderung aus dem Gas, worin er aufgelöset sey, sich als ein gelbes Pulver niederschlage, wie z. B. der Ruß bey der Erkältung. Allein dagegen sprächen seine öfters wiederhohlten Erfahrungen, nach welchen offenbar das Sonnenlicht hierbey Einfluß habe, und solches Pulver sich weniger, oder gar nicht bey abnehmender, sondern vorzüglich bey zunehmender und hoher Temperatur an den von der Sonne beschienenen Stellen ansetze. Nur wenige Fälle kämen ihm vor, wo die Glasröhren, die mit Stickstoffgas oder Wasserstoffgas gefüllt und gehörig verschlossen gewesen wären, sich

sich auch bey einem schwachen Tageslichte, ein gummigutt-gelbes Phosphorpulver abgesetzt, welches man für einen durch Kälte bewirkten Niederschlag hätte halten können. Indeß habe er auch seitdem bey einer Temperatur von — 2° Reaum. die Erfahrung gemacht, daß sich das Phosphorpulver nur da an die Glasröhre anlege, wo das Sonnenlicht hinfalle, ja, daß dieses auch, wie wohl langsamer, durch schwach reflektirtes Sonnenlicht geschähe. Hätte hierbey das Sonnenlicht keinen Einfluß, so müßte sich der bey einer Temperatur von + 20 bis + 30 Grad Reaum. aufgelösete Phosphor, in einer fortdauernden Kälte von wenigstens — 2° Reaum. allgemein in der Glasröhre abgesetzt haben; so blieben aber hier die Glasflächen unter den mit schwarzer Tusche gezogenen Gürteln völlig rein; während die nicht bedeckten Stellen mit einem dichten, aber scharf begränzten Phosphorpulver belegt wurden.

Die nicht wohl zu läugnende, und vom Herrn Parrot und andern auch zugestandene Entstehung eines phosphorsauren Gas möchte indessen in Absicht der Menge nicht immer constant seyn; schon Parrot und Berthollet stunden deßhalb mit einander im Widerspruch. Er glaubte, daß auch bey gleichen Dimensionen der Absorptionsröhren, bey gleichen Quantitäten und Oberflächen der angewandten Phosphorstücke, bey gleichen Zuständen des Phosphors in Absicht seiner Oxydation, bey gleicher Elasticität, Feuchtigkeit und Wärme des zu prüfenden Gas, das phosphorsaure Gas doch nicht immer in gleicher Menge entstehe, da der Mischungszustand der zu untersuchenden atmosphärischen Luft und andere Umstände Abweichungen veranlassen könnten, und überhaupt, wie schwer möchte es auch nur seyn, keine der so eben vorausgeschickten Bedingungen zu vernachlässigen, oder sie nur alle möglich zu machen? Wenn auch dergleichen Abweichungen nur geringe seyn sollten, so betrügen sie doch wenigstens mehrere tausend Theile, wo nicht gar hundert Theile. Und was helfe uns überhaupt jetzt ein Sauerstoffmesser, der tausend Theile unmittelbar angebe, so lange wir den wahren Sauer-

stoffgehalt der atmosphärischen Luft noch nicht auf hundert Theile zu bestimmen wüßten?

Was nun Parrot's neue Versuche betreffe, auf welche er seine Theorie gründe: so wären zuerst die Resultate desjenigen Versuchs, wo getrocknete und feuchte atmosphärische Luft der Einwirkung des Phosphors in seinen Sauerstoffmessern ausgesetzt werde, in Absicht der Absorption oder Zerlegung des Sauerstoffgas, wenigstens scheinbar, ungleich gewesen. Herr Parrot schreibe dieses dem aus der feuchten Luft bey diesem Processe niedergeschlagenen Wasser zu, welches ihr in elastischer Form beygemischt gewesen. Es werde hier aber nicht erwähnt, ob dieser Versuch öfters und unter gleichen Umständen wiederhohlt wurde, und ob man dabey immer eine gleiche Differenz zwischen den Raumsverminderungen beyder Arten von Luft von 0,02036 gefunden habe? Diese Wiederhohlung wäre um so nöthiger, da Herr Parrot größten Theils auf diesen Versuch seine weit umfassende neue Theorie gegründet habe. Es finde daher immer noch der Zweifel Statt, ob nicht jene beobachtete Differenz, in Absicht ihrer Größe, bloß zufällig gewesen wäre, und also die Vergleichung und scheinbar nahe Uebereinstimmung mit Saussüre's bemerkter Volumenszunahme der mit Feuchtigkeit gesättigten Luft um 0,01852 gleichfalls nur zufällig, und nicht constant gewesen wäre? Und dann bedürften also auch der Schluß, daß bey der Zersetzung des Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft durch Phosphor alle darin enthaltenen wässerigen Dünste niedergeschlagen werden, so wie die übrigen Folgerungen, erst noch weiterer Bestätigungen, und könnten noch lange nicht als ausgemachte Thatsachen betrachtet werden.

Herr Parrot halte ferner den Dampf, welcher erfolge, wenn man zu Phosphorstickstoffgas feuchte atmosphärische Luft lasse, für einen Niederschlag der Feuchtigkeit. Der graue Nebel bey Tag, und das Leuchten des Phosphors bey Nacht, seyen nach ihm zwey von einander verschiedene, aber gleichzeitige Phänomene, wobey jenes Dampfen des Phosphors bloß

bloß Dämpfe des niedergeschlagenen Wassers seyn sollten. Da aber die Beobachtungen gegen die bisherige allgemeine Meinung aller Naturforscher stritten, so bedürften sie schon deßhalb eines gründlichen Beweises, und daher einer genauen Beschreibung der Versuche, wodurch sich nämlich Herr Parrot von diesen neuen, schwer zu erweisenden Sätzen überzeugt habe. Bis jetzt könne er hierin mit Hrn Parrot nicht wohl übereinstimmen, da er doch das Leuchten und Dampfen des Phosphors unter mancherley Umständen und so oft genau beobachtet habe. Er glaube vielmehr immer noch, daß sich jeden Augenblick vom Phosphor, der sich z. B. in atmosphärischer Luft befinde, eine sehr große Menge unendlich kleiner Theilchen losreiße, daß ein großer Theil derselben sich dann, durch Zerlegung des ihn umgebenden Sauerstoffgas, sogleich in phosphorartige Säure verwandle, und daß diese dadurch, und durch die nöthige Anziehung der Feuchtigkeit um ein Beträchtliches specifisch schwerer, als der ungesäuerte Phosphor werde, und sich so als ein Dampfstern gewöhnlich niederwärts senke.

Die Einwürfe des Herrn Böckmann's hat Herr Parrot *) auf folgende Art zu beantworten gesucht. Es sey zwar allerdings wahr, daß im Augenblicke der Einsenkung die Luft im Instrumente mit der Atmosphäre in Berührung komme; allein welche Fläche sey es, welche diese Berührung gestatte? Die Skalenröhre seines größten Instrumentes habe einen Durchmesser von 2″ des alten Paris. Fußes, und die Zeit jener Berührung daure gewiß selten eine Secunde; denn bey sehr genauen Versuchen verschließe er die Mündung mit dem Finger, bis sie über der großen Röhre stehe, wo sie dann in der Berührung mit der Atmosphäre etwa 4 bis 6 Zoll Weges zu machen habe. Ferner solle man an die Langsamkeit denken, mit welcher die chemische Veränderung des Wassergehalts der eingeschlossenen Luft in einer so engen Röhre, die jede relative Bewegung der Luft unmöglich mache, vorgehe. Von dieser Langsamkeit gebe der berühmte Versuch

*) Gilbert's Annalen. B. XIII. S. 174 ff.

Rumford's über die vermeintliche Nichtvermischung des gemeinen Wassers mit Salzwasser einen Begriff; noch mehr aber ein Versuch, den er ehemahls angestellt habe, als er noch geglaubt, daß die Gegenwart des Wassers statt des Quecksilbers in seinem Oxygenometer den Dunst beträchtlich vermehren werde, und er diesen Umstand als eine vorzügliche Ursache zur Vermeidung des Wassers angesehen. Er füllte zwey seiner Instrumente mit ziemlich trockner atmosphärischer Luft ohne Phosphor; zugleich steckte er in jede Röhre ein bleyernes Cylinderchen von gleicher relativer Länge, nach den Skalen gemessen, und stürzte dann beyde Instrumente, das eine kleinere in Quecksilber, das andere in Wasser, und zwar so, daß die Flüssigkeiten innerhalb und außerhalb gleich hoch standen, als er die Cylinderchen herausgenommen, und Flüssigkeiten an ihrer Stelle hatte aufsteigen lassen. So ließ er beyde Instrumente 8 Tage lang hängen, und beobachtete sie während dieser Zeit täglich 2 Mahl. Es kamen freylich einige Unterschiede in diesen Beobachtungen zum Vorschein, die er aber durchaus nicht der Einwirkung des Wassers zuschreiben konnte, wie er es ganz gewiß erwartet hatte, die er aber von den unvermeidlichen kleinen Unrichtigkeiten in der Beobachtung und in der ungleichen Schnelligkeit, mit welcher die äußere veränderliche Temperatur die ungleich dicken Glaswände der Eudiometer durchdringe, herleiten müßte. Er könne versichern, daß der angeführte Fehler nicht 0,00001 betragen könne. Und sollten solche Fehler einen Vorwurf von Unrichtigkeit einem Instrumente zuziehen, wer werde dann bestehen? Welches Instrument biethe uns das ganze Gebieth der Naturwissenschaft an, das nicht weit größere Fehler besäße?

Herr Böckmann sey zwar nicht damit zufrieden, daß der von der Stange getrennte Phosphor sich aus dem Gas als Phosphorruß niederschlage; allein Parrot bemerkt, er habe schon damahls erinnert, daß es nur unter gewissen Temperaturen geschehe, welche, wenn er sich nicht trüge, nicht unter + 14° Reaum. seyn müsse. Daß dieser Niederschlag

wirklich Statt finde, zeigten seine meisten oxygenometrischen Versuche, wo er immer in dem Instrumente, worin der meiste Phosphor gelegen, den Niederschlag beobachtet habe, in den andern aber nur bey den höchsten Temperaturen seines Zimmers etwa 40°. Indessen behaupte Herr Böckmann den Niederschlag selbst, behaupte aber, daß das freye Sonnenlicht auf ihn Einfluß habe; jedoch gebe er auch zu, daß Fälle Statt fänden, da das Daseyn dieses Einflusses nicht erforderlich sey, und daß zuweilen der Niederschlag beym bloßen Tageslichte Statt finde. Er habe bloß das Factum angeführt, ohne des Lichtes zu erwähnen, aber mit Erwähnung des Einflusses des freren Wärmestoffs. Allein zwey folgende Versuche seyen den Böckmann'schen gerade entgegen. Zwey Mahl nach einander habe er nämlich in der Wärme eine Portion Luft in einer vierkantigen Flasche, welche etwa 6 Unzen Wasser halten mochte, zersetzt; das eine Mahl war es Tag, aber kein Sonnenstrahl beleuchtete diese Stelle, und das andere Mahl war es Nacht; und in beyden Fällen hatte er die prächtigsten dunkelorangefarbigen sternartigen Phosphor-Krystallisationen am Glase gehabt, und zwar an der dem Ofen entgegengesetzten Seite am meisten, an den Nebenseiten weniger, und an der dem Ofen zugekehrten Seite gar nicht. Uebrigens meint Herr Parrot, daß in den Böckmann'schen Versuchen der Lichtstoff nicht einzig thätig war, und auch nicht unmittelbar der Phosphor diese Theile raubte; sondern daß das Gas in ihm mit Hülfe des freyen Wärmestoffs entzogen, sie in unsichtbarer Form enthalten, und der freye Lichtstoff bloß ihren Niederschlag bewirkt habe.

Die Hauptfrage hierbey bleibt aber diese: kann die Verbindung des Oxygengas mit dem Stickgas durch den Phosphor völlig aufgehoben werden? Herr Parrot erklärt sich für die Bejahung, und zwar weil die chemische Verbindung beyder Gasarten keine Aenderung in ihrer Form bewirke, da hingegen die Verbindung des Oxygengas mit Phosphor die größten Grade der Formänderung bewirke; eine Anzeige von weit größerer Verwandtschaft zwischen den

beyden letzten, als zwischen den beyden ersten Stoffen. Zu dieser Betrachtung käme noch der Grund, daß sonst beträchtliche Temperaturerhöhungen alle Oxydationen beförderten und intensiver machten. Wenn also das Sauerstoffgas einer zerlegten Portion atmosphärischer Luft nicht völlig durch den leuchtenden Phosphor entzogen worden wäre: so müßte eine höhere Temperatur im Processe angewandt, etwa die Schmelzhitze des Phosphors, mehrere Procente Sauerstoff absorbiren. Allein keine Erfahrung spreche dafür; vielmehr habe man im Durchschnitt immer mehrere Absorptionen durch das bloße Leuchten, als durch das Entzünden des Phosphors erhalten.

Das einzige Erhebliche, was man bisher gegen die vollkommene Zersetzung durch Phosphor angeführet habe, sey, daß das Salpetergas-Eudiometer größere Absorptionen anzeige. Allein dieses Instrument nehme weder die Zersetzung des elastischen Wassers noch die der Luftsäure in Anschlag, und dieser doppelte Umstand könne eine scheinbare Erhöhung der Absorption um etwa 0,03 bewirken; andere Fehler an diesem Eudiometer nicht zu gedenken. Die genau verfertigten Phosphor-Oxygenometer zeigten aber keine solche Irregularitäten.

So scharfsinnig diese Parrot'sche Beantwortung dem Herrn Böckmann vorkommt, so bemerkt doch letzterer, daß er immer noch nicht Parrot's Meinung beypflichten könne. Er wünscht vielmehr, daß Herr Parrot mehr auf die Versuche und Erfahrungen Rücksicht nehmen möge, welche von den Bürgern Clement und Desormes angestellt wären, und ganz für seine Meinung sprächen.

Herr Davy *) hat vor ein Paar Jahren die Auflösung von salzsaurem oder schwefelsaurem Eisen mit Salpetergas geschwängert zu einer eudiometrischen Substanz angewendet, und gefunden, daß selbiges in manchen Rücksichten dem Phosphor und der flüssigen geschwefelten Pottasche noch vorzuziehen sey; indem es das Oxygen sehr schnell verdichte, ohne auf das Nitrogen oder den Stickstoff zu wirken, auch erfordere

*) Voigt's Magazin. B. IV. S. 182 ff.

fordere es zu seiner Anwendung bloß eine ganz einfache und leicht fortzubringende Geräthschaft.

Die Flüssigkeit wird bereitet, wenn man nitröses oder salpeterhalbsaures Gas durch eine gesättigte Auflösung von grünem Eisenvitriol strömen läßt. So wie das Gas verschluckt wird, bekommt die Auflösung eine dunkle olivenbraune Farbe, und wenn die Sättigung vollkommen ist, erscheint sie undurchsichtig und beynahe schwarz. Wahrscheinlich meint Davy, ist der ganze Proceß das Werk einer einfachen Wahlanziehung; denn in keinem Falle werde das Gas zersetzt, und unter dem Recipienten der Luftpumpe nehme es seine elastische Form wieder an und lasse die Flüssigkeit, womit es gemischt gewesen, ohne Veränderung ihrer Eigenschaften zurück.

Die Geräthschaft, um von dieser geschwängerten Flüssigkeit für die Untersuchung der atmosphärischen Luft Gebrauch zu machen, besteht in einer fein graduirten an einem Ende verschlossenen Glasröhre, deren Raum in 100 gleiche Theile getheilet, und die ihre größte Weite am offenen Ende hat. Nächstdem in einem Gefäße, welches die Flüssigkeit enthält.

Nachdem die Röhre mit der zu prüfenden Luft gefüllt ist, wird sie in die Probeflüssigkeit gesenkt und sanft auf- und niederwärts bewegt, so daß sie abwechselnd bald in die vertikale bald in die horizontale Lage kömmt, um die Wirksamkeit desto schneller zu befördern. Unter diesen Umständen entsteht eine sehr schnelle Luftverminderung, und die Schwärze der Flüssigkeit macht es leicht, die Größe der Verschluckung zu beobachten. Der ganze Versuch ist in wenig Minuten vollendet, und das gesammte Oxygen mit dem in der Auflösung befindlichen nitrösen Gas zu Salpetersäure verbunden.

Bey allen eudiometrischen mit geschwängerten Auflösungen vorgenommenen Processen sey es eine Hauptsache, den Zeitpunkt genau zu beobachten, wo die Verschluckung ihre Endschaft erreiche; denn gleich nach dieser Beendigung fange das Volumen des übriggebliebenen Gas wieder etwas zu wachsen

wachsen an, und nach einigen Stunden betrage diese Zunahme oft einige Hunderttheile an der Skale der Eudiometerröhre.

Dieser Umstand hange von der allmählichen Zersetzung der während des Versuchs erzeugten Salpetersäure ab, welcher von dem grünen Eisenvitriole bewirkt werde. Hierauf entstehe eine kleine Elasticität luftförmiger Flüssigkeit, vornämlich nitröses Gas, welches keine Verwandtschaft zum salz- oder schwefelsauren Eisen habe; diese entbinde sich allmählich und verbinde sich mit dem zurückgebliebenen Nitrogengas.

Die geschwängerte Auflösung des grünen salzsauren Eisens wirke viel schneller als die des schwefelsauren. In den Fällen, wo man diese metallischen Salze nicht im reinsten Zustande haben könne, sey auch der gemeine Eisenvitriol zu gebrauchen. Ein Cubikzoll von einer mäßig geschwängerten Auflösung könne 5 bis 6 Cubikzoll Oxygen bey dem gewöhnlichen Verfahren absorbiren, aber diese ganze Quantität dürfe nicht mehr als ein Mahl bey jedem Versuche angewandt werden.

Eine Menge vergleichbare Versuche, welche Davy im Jul., Aug. und Sept. 1800. über die Luftbeschaffenheit zu Bristol mit Phosphor, Schwefelleber und der angeführten geschwängerten Auflösung angestellt hatte, bewiesen die Genauigkeit des Verfahrens aufs vollkommenste.

Bey verschiedenen Untersuchungen der atmosphärischen Luft an verschiedenen Orten mittelst den geschwängerten Auflösungen hat Davy nie eine merkliche Verschiedenheit in der Proportion ihrer Bestandtheile bemerken können. Seeluft aus der Mündung der Severn, die bey dem anhaltenden Westwinde über den größten Theil des atlantischen Meeres gestrichen seyn mußte, enthielt nicht mehr als 21 im Hundert Sauerstoffgas, und dieß ist ungefähr eben das Verhältniß, welches Dr. Beddoes auf der Küste von Guinea durch zwey Wundärzte von Liverpool erhalten hat.

Wenn man überhaupt mehrere an verschiedenen Orten angestellte Versuche mit einander vergleiche: so habe man hinrei-

hinreichenden Grund zu schließen, daß die Luft aller Orten, wenn sie nur den Winden ausgesetzt sey, immer die nämlichen Procente an Sauer- und Stickstoff in sich halte.

F.

Fall der Körper. (Zus. zur S. 319. Th. II.) Die hier angeführten Fallversuche wurden vorzüglich in dieser Absicht angestellt, um die von Galilei angegebenen Gesetze durch Erfahrungen zu bestätigen. Man konnte aber leicht auf den Gedanken gerathen, daß diese Versuche selbst zum Beweise der Achsenumdrehung der Erde dienen könnten. Wirklich schlug auch schon Newton im Jahre 1679. vor, daß man Versuche dieser Art in sehr beträchtlichen Höhen anstellen möchte, um nachzusehen, ob nicht ein Körper, der in der Höhe vermöge der Achsenumdrehung der Erde eine größere Geschwindigkeit erhalte, als der senkrecht darunter liegende Punkt des Bodens beym Falle von der Vertikallinie nach Osten zu etwas abweichen werde, und Hooke glaubte dieses wirklich durch einige, doch zu grobe Versuche gefunden zu haben [α]). Im Jahre 1789. hatte ein junger Bologneser, Guilielmini, berechnet, die Abweichung eines Körpers, der von der St. Peters- oder Paulskirche von 240 Fuß hinabfiel, müsse über ½ Zoll von der Vertikallinie betragen. Um dieß Resultat seiner Rechnung mit der Erfahrung zu vergleichen, ließ er im Jahr 1790 und 1791. in dem Asinellithurm zu Bologna Körper von einer sehr beträchtlichen Höhe herabfallen, und bestimmte ihre Abweichung während des Falles vermittelst eines angebrachten Bleylothes. Die Resultate dieser sehr schwierigen, doch vollkommen gelungenen Versuche führt er in einer sehr seltenen Schrift [β]) an, und widerlegt zugleich die Einwürfe, die ihm Bohati und andere gemacht hatten. Aehnliche Versuche hatte Flaugergues

1795.

α) *Birch* of the Roy. society of Lond. p. 512. 516.

β) De diurno terrae motu, experimentis physico-mathematicis confirmato, Bonon. 1792. 8. 90 Seiten mit Kupfern.

1795. zu Viviers unternommen, es fehlten ihm aber die nöthigen Mittel, um sie gehörig auszuführen.

Gegen Guilielmini's Versuche wandte aber la Place ein, daß sie mit der Theorie nicht zusammenstimmten, und im Jahre 1797. gestand dieses auch Guilielmini in einem Briefe an la Lande selbst ein *). So sagt la Lande, Guilielmini gestehe es nun ein, daß la Place Recht habe, und daß die Theorie keine Abweichung gegen Süden gebe. Diejenige, welche er nach Osten gefunden habe, stimme sehr gut mit der Theorie; allein sie sey nun kein Beweis mehr von der Bewegung der Erde, weil die andere Abweichung nach Süden gar nicht stimme.

Da es aber doch leicht möglich war, daß bey den Versuchen des Herrn Guilielmini sich einige Fehler eingeschlichen hatten, so unternahm es Herr Dr. Benzenberg, diesen äußerst wichtigen Gegenstand einer neuen und sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen. Da die Abweichung nach Osten von Guilielmini's Versuchen so gut mit der Theorie zusammenstimmten, so glaubte Herr Benzenberg, daß die einzige Ursache der fehlerhaften Resultate Guilielmini's darin liege, daß er erst seine Perpendikularlinie 6 Monathe nach den Versuchen rectificirt habe, während welcher Zeit sich der Thurm um einige Linien gezogen zu haben schiene. Herr Benzenberg bediente sich bey seinen Versuchen theils Bleykugeln, theils Kugeln aus einer Mischung von Zinn, Zink und Bley, und zum Zeitmaße eine vom Herrn Klindworth in Göttingen verfertigte sehr genaue Tertienuhr. Ueber die Achsenumdrehung der Erde hatte er im Jahre 1802. eine Reihe von 31 Versuchen im Michaelisthurme bey einer Fallhöhe von 235 Par. Fuß angestellt. Das Mittel dieser Versuche stimmte in der Abweichung nach Osten vollkommen mit der Theorie überein, so wie sie Dr. Gauß in Braunschweig entwickelt hat.

Die Versuche gaben im Mittel 3,99 Paris. Linien Abweichung nach Osten.

Die

*) Allgemeine geographische Ephemeriden vom Hrn. von Zach. B. III.

Die Berechnung nach Dr. Gauß 3,95 Pariser Linien, mithin nur eine Verschiedenheit von $\frac{5}{100}$ Linien. Dagegen gaben die Versuche die Abweichung nach Süden um beynahe $1\frac{1}{2}$ Linien größer als die Theorie. Vielleicht, meint **Benzenberg**, daß in der so verwickelten Theorie noch irgend ein Umstand übersehen sey, der eine größere Abweichung nach Süden bewirke; dieß mache ihm das genaue Zusammenstimmen zwischen Theorie und Versuchen bey der Abweichung nach Osten wahrscheinlich.

Bey diesen Versuchen um die Achsenumdrehung der Erde war es nothwendig, das Gesetz des Widerstandes der Luft sehr genau zu kennen. Dieß gab ihm die Veranlassung zu einer Reihe von 400 Versuchen über den Widerstand der Luft bey verschiedenen Fallhöhen, von 25 bis 340 Paris. Fuß. **Newton's** Gesetz (m. s. **Widerstand** Th. V. S. 629.) fing schon von der Erfahrung beträchtlich abzuweichen an, so bald die Geschwindigkeit bis auf 100 Fuß in einer Secunde stieg, und bey Fallhöhen von 321 Par. Fuß war der Widerstand auf $1\frac{1}{2}$zöllige Bleykugeln gerade noch ein Mahl so groß, als die Theorie ihn gab.

Noch wichtiger wurden diese Versuche dadurch, daß sie zeigten, welche kleine Zeittheile sich mit der Tertienuhr bestimmen ließen, wenn man eine große Menge von Versuchen anstellte. Mehr als ein Mahl wichen die Resultate aus verschiedenen Versuchsreihen nicht um den 600sten Theil einer Secunde von einander ab. So z. B. gaben zwey Reihen, jede von 60 Beobachtungen im Mittel, beym stadio von 10 Fuß, die eine 48,89, die andere 48,83 Tertien Fallzeit. Bey 24,8 Paris. Fuß Fallhöhe gaben die Versuche 77,08''', die Rechnung 77,01''' Fallzeit, und bey 144 Par. Fuß die Versuche 186,95''', die Rechnung 186,86''' Fallzeit.

M. s. Gilbert's Annalen der Phys. B. XIV. S. 222 ff.

Farben, zufällige. (Zus. zur S. 371 Th. II.) Der Bürger **Flaugergues** *) hat der mathematischen Klasse des National-

*) Voigt's Magazin. B. I. St. 4. S. 66.

Nationalinstituts einen Aufsatz zugesandt, worin er verschiedene optische Erscheinungen zu erklären sucht. Die erste betrifft die rothen Farben, welche die schwarzen Buchstaben eines Buchs, das man in einer gewissen Lage der Sonne lieset, anzunehmen scheinen. Er schreibt diese Erscheinung der Wirkung der Sonnenstrahlen zu, welche durch den obern Augenwimper fahren, und nach den Hintergrund des Auges gehen, den sie erleuchten. Die zweyte Erscheinung hat die Kronen oder die gefärbten concentrischen Kreise zum Gegenstande, welche man zuweilen die Flamme eines Lichtes umgeben sieht. Der Verfasser erkläret dieselben nach seinen Versuchen, die entscheidend zu seyn scheinen, aus dem Durchgange des Lichtes durch eine Feuchtigkeit, die zufälliger Weise die Hornhaut bedeckte. Die dritte bezieht sich auf die blaue Farbe, welche die Schatten beym Auf- und Untergange der Sonne zu haben scheinen. Er führt einen sehr einfachen Versuch an, mittelst dessen man auch am hellen Tage diese blaue Farbe, die keine andere als das Blau des Himmels ist, erhalten kann. Die vierte Erscheinung hat es mit der Schwierigkeit zu thun, welche sich bey manchen Personen in Rücksicht der Unterscheidung der grünen und blauen Farbe zeigt. Der Verf. schreibt diese Unvollkommenheit des Organs der gelben Farbe zu, welche die Krystalllinse bey betagten Personen annimmt. Die fünfte betrifft einen im Jahre 1723. von Maraldi bekannt gemachten und vom Verf. wiederhohlten Versuch, über den Schatten einer der Sonne ausgesetzten Kugel. Wenn man einen solchen Schatten auf einem weißen Blatte in der Entfernung von etwa 15 bis 16 Durchmessern der Kugel auffängt, so klärt er sich um den Mittelpunkt auf, und seine Intensität nimmt vom Mittelpunkte gegen den Umfang hin immer mehr und mehr ab, je weiter das Blatt von der Kugel entfernt wird. Flaugergues will, ehe er diese Erscheinung erklärt, erst noch eine Menge Beobachtungen abwarten, indessen ist es ihm doch schon geglückt, sie in einer sehr geringen Entfernung der Kugel bemerkbar zu machen. Er beschließt seinen Aufsatz mit neuen Versuchen,

welche beweisen, daß die heterogenen Strahlen um desto mehr Gewalt haben die durchsichtigen Mittel zu durchdringen, je weniger brechbar sie sind.

Farbenbild. (Zus. zur S. 376. Th. II.) Herr Lüdicke *) hat eine Vorrichtung von einem kleinen Schwungrade angegeben, um die Verwandlung der Regenbogenfarben in Weiß darzustellen. Zugleich führt er einige Bemerkungen und Versuche über die dazu nöthige Eintheilung des Farbenbildes an.

Der Ring mit den Regenbogenfarben wird nicht unmittelbar auf dem Schwungrade, sondern auf eine besondere mit feinem Papiere überzogenen glatt geschlagenen Pappscheibe angebracht, welche abgenommen und vor Staub verwahret werden kann. Nur findet sich beym Auftragen der Farbe auf den Ring eine große Schwierigkeit, wenn man ein reines ungefärbtes Weiß erhalten will. Die Pigmente, die man hierzu anwenden kann, sind nicht so glänzend und rein, als die Regenbogenfarben, und müssen, wenn sie vorzüglich stark aufgetragen werden, zwischen ihren Theilen Schatten erzeugen, welche ein schmutziges Weiß hervorbringen. Hiernächst veranlaßt die Newton'sche Eintheilung in 7 Farben den Fehler, daß einige Uebergänge der einen Farbe in die andere fehlen, und daß daher eine oder die andere Farbe vorsticht und das Weiße färbt. Diese und andere Ursachen haben Herrn Lüdicke bewogen, den Ring der Scheibe in 12 Theile zu theilen, und diese Räume mit folgenden Pigmenten zu überziehen:

Hell violett oder röthlich, welches sich dem Dunkelrothen nähert, nimmt 40,5 Grad des Kreises ein, und wird aus Karmin mit ein wenig Berlinerblau gemischt.

Violet hält 38 Grade, wird, wie vorhergehende, jedoch mit Berlinerblau gemischt.

Indigo von 36 Graden aus Berlinerblau mit ein wenig Karmin.

Blau,

*) Gilbert's Annalen. B. V.

Blau, 34 Grade; ist Berlinerblau.

Hellblau, 32 Grade; Berlinerblau sehr schwach aufgetragen.

Grün, 30,3 Grad; krystallisirter Grünspan in destillirtem Essig aufgelöset. Ein etwas bläuliches Grün.

Hellgrün, 28,6 Grade; diese Grünspanauflösung mit etwas Gummigutt versetzt.

Strohgelb, 27 Grade; Gummigutt sehr schwach aufgetragen.

Gelb, 25,5 Grade; Gummigutt etwas stärker.

Orange, 24 Grade; Gummigutt mit etwas Karmin.

Hellroth, 22,7 Grade; Karmin mit ein wenig Gummigutt.

Roth, 21,4 Grade; Karmin, jedoch nicht allzustark aufgetragen.

Alle Farben werden mit aufgelösetem ganz weißen arabischen Gummi versetzt und durchgängig dünne aufgelegt. Den Farbenring umgibt eine etwas breite schwarze Kreislinie, und die innere Kreisfläche wird ebenfalls mit Schwarz überzogen, damit kein reflektirtes Licht mitwirken könne. Auf diese Weise hat Lüdicke Farbenringe erhalten, welche während der Bewegung ein reines ganz ungefärbtes Weiß gaben.

Die angegebene Eintheilung beruhet auf der Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen, obgleich Herr Lüdicke ganz richtig bemerkt, daß diese Aehnlichkeit auf weiter nichts, als auf bloßen Verhältnissen beruhet, und weiter keine Ausdehnung zulasse. Wenn Lüdicke die gleichschwebende Temperatur bey der Eintheilung des Farbenbildes zum Grunde legte, so waren auch die Breiten der Farben eben so wie die Intervalle, den Saitenlängen der Töne proportional. Uebrigens fand er, daß Dissonanzen in Farben ausgedrückt keine ähnliche unangenehme Empfindung, wie dissonirende Töne verursachten. Trug er die Farben nach allen möglichen Accorden auf, so näherten sie sich dem reinen Weiß, nur bey Cdur, Fdur, Gdur, Bdur, Cmol, Amol und Bmol fand sich bey Vergleichung mit sehr weißem Papiere, oder mit einem andern sehr weißen Körper, eine schwache Abweichung.

Farbenzerstreuung. (Zus. zur S. 390. Th. II.) Durch die Erfindung der achromatischen Fernröhre hatte man gleich anfänglich die Hoffnung gehabt, dioptrische Teleskope zu erhalten, welche an Oeffnung und Vergrößerung alle übrigen übertreffen würden. Allein bey allen bisher verfertigten achromatischen Objectivgläsern hat keines eine solche Oeffnung erhalten können, als die einfachen Objectivgläser von **Huygens**, **Campani** u. a. oder als die Spiegelteleskope. Dieß schreiben die Künstler der Unvollkommenheit des Glases zu. Dr. **Blair** *) kam daher auf den Gedanken, ob es nicht möglich sey, statt einer der Linsen eine Flüssigkeit in das zusammengesetzte Objectiv zu bringen, und stellte eine Reihe Versuche an, um eine Flüssigkeit zu finden, welche die dazu erforderlichen Eigenschaften besitze. Damit er nun die mittlere Brechbarkeit und Farbenzerstreuung verschiedener Flüssigkeiten bestimmen könnte, bediente er sich eines doppelten Apparats: eines prismatischen zu vorläufigen gröbern Bestimmungen, um dadurch die Flüssigkeiten, die vielleicht von praktischem Gebrauche in der Optik seyn möchten, aufzufinden; und eines mit Glaslinsen, durch deren Vergrößerung die Wirkung dieser Flüssigkeiten sicherlicher wurde und sich genauer bestimmen ließ.

Der prismatische Apparat bestand aus einem dreyseitigen, gleichwinkeligen Prisma von Messing, auf dessen eben geschliffene Seiten Glasplatten, die gleichfalls völlig eben, und deren beyde Flächen völlig parallel waren, paßten. Durch dieses Prisma waren dicht neben einander, parallel mit der einen Seitenfläche desselben, zwey schmale cylindrische Löcher gebohrt, ungefähr von der Weite der Pupille. Eine dieser Oeffnung füllte **Blair** mit wenigen Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit, und band die Glasplatte über die Seiten, an welchen das Loch sich öffnete, mit Packgarn fest. Nun hatte er völlig ähnliche Prismen von verschiedenen Glasarten (über dieß noch andere von Kronglas mit kleinern

*) Transact. of the Roy. societ. of Edinb. Vol. II. und *Nicholson's* journal of natur. philos. Vol. I. p. 1.

brechenden Winkeln; eins von diesen legte er so auf das messingene, daß beyder Prismen brechende Winkel entgegengesetzt gerichtet waren, und daß beyde mit einander ein Parallelipipedum bildeten. Betrachtete er dann durch die Flüssigkeit und das davor liegende Glasprisma einen lichten scharf begränzten Gegenstand: so entschied es sich sogleich, ob die Flüssigkeit dasselbe, oder ein größeres, oder ein schwächeres Brechungsvermögen, als die Glasart des andern Prisma hatte.

Erschien der Gegenstand, durch beyde Prismen betrachtet, mit farbigen Rändern, so war das ein Zeichen, daß die Flüssigkeit und das Glas eine verschiedene Farbenzerstreuung hatten, und aus der Lage der Farben war es leicht zu beurtheilen, ob die Farbenzerstreuung im Glase oder in der Flüssigkeit die stärkere war.

Das absolute Brechungsvermögen des Glases oder eines andern Mediums für die mittlern Strahlen bestimmte Blair auf eine ähnliche Art als **Newton**, nur daß er durch Anwendung eines **Hadley**'schen Spiegelsextanten statt des von **Newton** gebrauchten großen Quadranten, die Versuche beträchtlich erleichterte.

Mit diesem prismatischen Apparate hat **Blair** das dioptrische Verhalten einer großen Menge von Flüssigkeiten bestimmt, und folgendes sind die Resultate seiner Versuche.

Alle Auflösungen von Metallen haben eine stärkere Farbenzerstreuung, als das Kronglas. Mehrere Salze, z. B. der Salmiak, erhöhen, im Wasser aufgelöset, die Farbenzerstreuung des Wassers beträchtlich. Auch die salzige Säure bewirkt eine starke Farbenzerstreuung, und zwar nimmt diese mit ihrer Stärke zu. Daher fand sich die stärkste Farbenzerstreuung bey den Auflösungen der Metalle in der salzigen Säure; besonders zeichnete sich die concentrirteste Spießglanzbutter, die nur so viel Feuchtigkeit angezogen hatte, als eben dazu gehörte, sie durchsichtig zu machen, durch ihre zum Verwundern große Farbenzerstreuung aus, da, um sie aufzuheben, 3 Prismen von Kronglas mit demselben Brechungswinkel, als die Feuchtigkeit, über einander gelegt werden mußten.

mußten. Nächst der Spießglanzbutter hatte Salmiak, im Wasser aufgelöset und mit ätzendem Quecksilbersublimat vermischt, die stärkste Farbenzerstreuung, welche aufzuheben, ein Kronglasprisma von einem zwey Mahl so großen Brechungswinkel erfordert wurde. In beyden Fällen scheint diese starke Farbenzerstreuung durch die salzige Säure und die Metallauflösung bewirkt zu seyn.

Den nächsten Rang nach den Metallauflösungen hatten, in Absicht der Farbenzerstreuung, die wesentlichen Oehle, und zwar vorzüglich die mineralischen, als das natürliche Steinöhl, und die, welche man aus Steinkohlen und Bernstein erhält. Der Brechungswinkel eines Prisma aus Kronglas, welches ihre Farbenzerstreuung aufheben soll, muß ungefähr $1\frac{1}{2}$ Mahl so groß, als der Brechungswinkel dieser Oehle seyn. Nicht geringer ist die Farbenzerstreuung des Sassefrasöhls. Das echte wesentliche Leinöhl erfordert ein Kronglasprisma mit einem $1\frac{1}{3}$, und das Terpentinöhl, so wie das Rosmarinöhl, mit einem $1\frac{1}{4}$ Mahl größern Brechungswinkel.

Einige der fetten Oehle, so wie rectificirter Weingeist, und Salpeter- und Schwefeläther hatten keine vom Kronglase merklich verschiedene Farbenzerstreuung.

Fernröhre, achromatische. (Zus. zur S. 418 Th. II.) Nicholson *) bemerkt, daß man sich wundern müsse, daß die veränderlichste unter allen Vorrichtungen des menschlichen Auges, nämlich die der Oeffnung, bisher noch nie in unsern künstlichen optischen Zusammensetzungen nachgeahmt worden sey, da doch die Betrachtung des Auges zu der wichtigen Entdeckung der achromatischen Fernröhre Veranlassung gegeben habe. Richteten wir das Auge nach dem Fenster oder nach einem andern lichthellen Gegenstande, so ziehe sich die Iris sogleich zusammen; blickten wir dagegen ins Innere der Stube oder nach einer dunkeln Stelle, so erweitere sich die Pupille eben so schnell. Wie weit diese Erweiterung bey der äußersten Dunkelheit steige, lasse sich nicht wahrnehmen;

 in

*) Journal of natur. philos. Vol. I.

in den Fällen aber, die sich beobachten ließen, sey es sicher, daß die Oeffnung der Pupille unter einigen Umständen gegen 30 Mahl weiter als unter andern sey, und daß sie sich bey der Katze um viel mehr als um das 100fache erweitere. Wir dürfen daher, in Uebereinstimmung mit den allgemeinen Gründen, mit Recht schließen, daß die Dunkelheit der Fernröhre wahrscheinlich um Vieles zunehmen würde, wenn man sie mit einer ähnlichen Vorrichtung versähe.

Jeder Beobachter wisse, daß Helligkeit für das künstliche Sehen eben so wichtig, als die Vergrößerung sey. Entfernte Wälder und andere irdische Gegenstände würden bey starken Vergrößerungen, wegen Mangels an Licht, unsichtbar, indeß man sie bey geringern Vergrößerungen deutlich wahrnehme. Leuchtende Gegenstände sehe man bey kleinen Oeffnungen sehr gut und vollkommen, bey größern farbig, indeß man bey minder lichten Gegenständen den ganzen Vortheil größerer Deutlichkeit, der von hellerem Lichte herrühre, mitnehmen könne, da bey ihnen die farbigen Säume zu schwach seyn, um schädlich zu werden. Aus demselben Grunde komme es, daß häufig achromatische Fernröhre, die volles Licht zuließen, besonders gegen Abend, irdische Gegenstände sehr viel besser als Spiegelteleskope zeigten, welche weniger Licht zuließen, aber die Bilder mit größerer Genauigkeit zu Stande brächten, indeß die letztern jene bey Planeten weit überträfen.

Er meint, es könne einem sinnreichen Mechaniker keine große Schwierigkeit machen, eine künstliche Iris zu verfertigen. So z. B. lasse sich das Objectivende des Tubus mit einem messingenen Ringe umgeben, und in diesem, in gleichen Entfernungen von einander, acht dünne metallene Dreyecke, so zwischen Klöbchen, unweit einer der Spitzen, befestigen, daß durch eine gleichmäßige Umdrehung derselben die Oeffnung von acht Seiten her verkleinert, und endlich ganz verschlossen werde. Doch werde sich hierbey jeder Mechaniker, der diese Winke benutzen wolle, selbst zu helfen wissen.

(Zusatz zur S. 431. Th. II.) Der Herr Blair *) kam auf eine ganz neue Art achromatischer Fernröhre oder der so genannten aplanatischen Teleskope. Es war ihm nämlich geglückt (m. s. Farbenzerstreuung in diesem Bande), Flüssigkeiten aufzufinden, welche durch ihre stärkere Farbenzerstreuung zur Vervollkommnerung achromatischer Fernröhre dienlich schienen. Unter übrigens gleichen Umständen verdienten unstreitig diejenigen den Vorzug, welche die stärkste Farben zerstreuende Kraft besaßen; und was die Abweichung wegen der Kugelgestalt betrifft, so hebt man sie am leichtesten bey einem Mittel auf, dessen brechende Kraft für die mittlern Strahlen, die des Kronglases übertrifft. Blair nahm daher zwey biconvexe Linsen von Kronglas, an welchen der Halbmesser der einen Fläche noch ein Mahl so groß, als der Halbmesser der andern Fläche war, wandte die flächeren Seiten einander zu, befestigte sie in dieser Lage nicht weit von einander in einen Glasring, und füllte den Zwischenraum zwischen beyden mit der concentrirtesten Spießglanzbutter aus. Als Blair dieses Objectiv in eine Röhre einsetzte, zeigten sich in der That keine Farben, dafür erzeugten sich aber große Irregularitäten in der Dichtigkeit dieser stark verdichteten Flüssigkeit, die, als er das Fernrohr nach der Venus richtete, sich durch Lichtstreifen offenbarten, welche nach verschiedenen Richtungen aus der Scheibe der Venus, gleich Kometenschweifen, ausliefen. Durch Verdünnung mit Weingeist oder Aether erhielt er zwar die Spießglanzbutter in einem Zustande, in welchem sich kein Metallkalk ferner präcipitirte und die gleichförmige Dichtigkeit unterbrach; allein nun war ihre Farbenzerstreuung nicht stärker, als die der Auflösung des ätzenden Quecksilbersublimats in Weingeist oder Wasser, bey Zusatz von etwas Salmiak, oder als die Farbenzerstreuung der wesentlichen Oehle, so daß es gleichgültig wurde, welche von diesen Flüssigkeiten man zu dem Objective anwenden wollte. Bey diesen Flüssigkeiten trat aber nun der schlimme

*) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. I. p. 1.

Umstand ein, daß es nicht möglich war, mittelst ihrer die Abweichung wegen der Kugelgestalt aufzuheben.

Das leichteste Mittel, welches sich auch durch Versuche bewährte, war, die Gestalt der Kronglaslinsen abzuändern, und die dünnere Flüssigkeit zwischen Linsen einzuschließen, die auf der gegen einander gewandten Seite convex und auf der äußern hohl geschliffen sind. Eine solche zusammengesetzte Hohllinse mit einer convexen Linse aus Kronglas verbunden, gibt das achromatische Objectiv. Nachdem er nun den Zwischenraum zwischen den beyden Linsen, wo eine Lichtschicht sie trennt, mit einer Flüssigkeit von sehr geringer Farbenzerstreuung und von geringerer Brechbarkeit, als das farbenzerstreuende Fluidum, anzufüllen versuchte, und dazu bald rectificirten Weingeist, bald Schwefeläther nahm: so gelang es ihm wirklich, Objectivgläser zu Stande zu bringen, in welchen beyde Arten von Abweichung der Strahlen gänzlich gehoben wurden, und auf welchen kaum mehr Licht, als bey einfachen Objectivlinsen, verloren ging.

Da gewöhnlich die Brechung, bey welcher bloß die äußersten farbigen Strahlen vereiniget werden, und die Farbenzerstreuung nur zum Theil gehoben wird, achromatisch genannt wird: so schlägt Blair vor, diese gänzliche Aufhebung aller Farbenzerstreuung durch das Kunstwerk: aplanatisch zu charakterisiren, und Fernröhren mit solchen aplanatischen Objectivlinsen mit dem Nahmen: aplanatischer Teleskope zu belegen.

Diese aplanatischen Fernröhre scheinen aber in Deutschland wenig oder gar nicht bekannt geworden zu seyn, selbst in England scheinen sie nicht sonderlich in Gebrauch gekommen zu seyn, obgleich Nicholson meldete, daß Blair alle Schwierigkeiten in der Ausübung überstiegen habe, und daß es bloß Schuld des Künstlers sey, wenn die Physiker noch nicht mit aplanatischen Fernröhren versehen wären.

Feuerkugeln. (Zus. zur S. 444. Th. II.) Herr Chladni glaubt durch einige neuere Begebenheiten seine Theorie immer mehr

mehr bestätiget zu sehen. Eine Naturbegebenheit dieser Art war der Steinregen bey Siena am 16. Jun. 1794., von welchen unter andern vom Herrn Oberconsist. Rath Zöllner im Sept. der Berliner Monathsschrift 1796. Nachricht gegeben wird. Es erschien nämlich in der dortigen Gegend Abends gegen 7 Uhr eine länglichrunde, ganz isolirte finstere Wolke, die durch ihren bemerkbaren Anblick Aufmerksamkeit erregte, und an mehreren von einander entlegenen Orten zu gleicher Zeit beobachtet ward. Auf ein Mahl fielen unter schrecklichen Explosionen und Blitzen, wobey alle Mahl Rauch oder Nebel aus der Wolke hervorbrach, eine Menge glühender schlackenartiger Steine herab, meistens ganz klein, manche aber etliche Pfund schwer, viele schlugen mehrere Ellen tief in die Erde. Anfänglich vermuthete man, daß diese Erscheinung mit dem am vorhergehenden Tage geschehenen Ausbruche des Vesuv in Verbindung stehen möchte; allein bis jetzt sind die dortigen Naturforscher darüber einig, daß dieß ungegründet sey, wie denn auch die niedergefallenen Steine gar keine Aehnlichkeit mit den Auswürfen des Vesuv haben, und die Gegend beynahe 50 deutsche Meilen vom Vesuv entfernt ist. Ein untersuchter Stein war inwendig aschgrau, von erdigem Bruche, matt und mit metallisch glänzenden Theilchen gemengt, welche dem Schwefelkiese ähnlich waren. Seitdem sind wieder zwey neue Beobachtungen dieser Art bekannt geworden. In den London chronicle 7. Jann. 1796. n. 5709. und in andern englischen Journ. finden sich Nachrichten von einem Steine 56 Pfund schwer, der am 13. Dec. 1795. bey Woldnevton in Yorkshire mit einem heftigen Getöse niedergefallen ist. Da er nur 18 Zoll in die Erde eingedrungen, so ist zu vermuthen, daß der Boden entweder sehr hart gewesen, oder daß der Stein nicht als ein fester Körper, sondern als eine weiche geschmolzene Masse mag niedergefallen seyn. Er roch nach Schwefel und war noch warm, als er niedergefallen war.

Die einzige Feuerkugel, von welcher gemeldet wird, daß man an dem Orte des Niederfallens eine lockere, schaumige

Masse gefunden habe, ist die, welche in der Lausitz und den umliegenden Ländern am 8. März 1796. sich sehen ließ, und von welcher vorzüglich Herr von Gersdorf und Herr Bauer in der Laus. Monathsschrift Nachricht geben. Die herabgefallene Masse schien nur ein losgerissener, oder gewisser Maßen abgetropfter Theil der Feuerkugel gewesen zu seyn.

Herr Chladni führt für seine Hypothese über die Entstehung der Feuerkugeln noch Folgendes an: das blendend weiße Licht der Feuerkugeln werde von manchem Beobachter mit dem Lichte des schmelzenden Eisens verglichen. Das Brennen, Rauchen, Funkenauswerfen bemerke man ebenfalls beym Eisen, besonders beym Verbrennen desselben in Sauerstoffgas. Die innere schwammige Beschaffenheit, und die kugelichten Eindrücke in der äußern harten Rinde der sibirischen und andern gediegenen Eisenmassen schienen noch Spuren von der Ausdehnung durch elastische Flüssigkeiten und dem Zusammenziehen beym Erkalten zu seyn. Der Schwefel befördere das Brennen in einer sehr dünnen Luft, da er bekanntlich unter dem Recipienten der Luftpumpe in einer so verdünnten Luft brenne, wo fast jeder andere Körper verlösche. In meteorischen Massen ohne Schwefel sey dieser wahrscheinlich völlig verbrannt. Auch wollen einige nach Erscheinung einer Feuerkugel einen starken Schwefelgeruch gespürt haben.

Da es schwer zu begreifen war, wie dergleichen ungeheure Massen, welche wie Feuerkugelsformen in die Atmosphäre unserer Erde kämen, und daselbst entzündet werden können, so verfiel man auf die sehr unwahrscheinliche Hypothese, daß sie vom Monde abgeschleudert bis zur Erdatmosphäre gelangen, und von der Erde angezogen werden könnten. Schon Dr. Olbers trug diese Idee, daß Körper, die vom Monde aufwärts geworfen sind, auf unsere Erde fallen könnten, und la Place äußert sich in einem Briefe vom 24. Jul. an den Herrn von Zach *) hierüber folgender Maßen. "Ohne Zweifel haben Sie von den Steinen gehört, die vom Himmel gefallen seyn sollen, und über die Howard weitläuftige Versuche

*) Monathliche Correspondenz 1802. Sept. S. 277.

suche angestellt hat. — Wären sie vielleicht Produkte der Mondsvulkane? Ich finde, daß solche ausgeworfene Körper die Erde erreichen können, wenn sie mit einer 5 bis 6 Mahl größern Geschwindigkeit als die einer Kanonenkugel aufwärts geschleudert werden. Unsere irdischen Vulkane scheinen ihren Auswürfen eine größere Geschwindigkeit als diese zu ertheilen. Die geringe Masse des Mondes und die große Feinheit seiner Atmosphäre, wenn er überhaupt eine habe, machen, daß die Sache nicht unmöglich ist. Es wäre sonderbar, wenn wir mit unserm Trabanten auf eine solche Art in Verbindung stünden. — Ich äußere diesen Gedanken bloß als Vermuthung; ehe man ihn annehmen darf, müssen die Fakta sorgfältig geprüft und alle übrige Erklärungen, die man davon geben kann, genau untersucht werden."

Herr Edward Howard *) hat sich nämlich bemühet, eine Menge von Thatsachen aufzusuchen, welche beweisen sollen, daß wirklich Steinmassen vom Himmel herabgefallen sind. Die Resultate seiner Bemühungen waren, daß eine Anzahl Steine, von welchen man behauptet, daß sie in ganz verschiedenen Ländern unter ähnlichen Umständen vom Himmel herabgefallen seyn, genau dieselben Charaktere besitzen. Die Steine von Benares, der Stein aus Yorkshire, die Steine von Siena und ein Stück eines solchen Steins aus Böhmen seyn unläugbar ganz von einerley Art. Sie enthalten insgesammt 1) Schwefelkies von einer eignen Natur; 2) ein Metallgemisch aus Eisen und Nickel, und sind 3) insgesammt mit einer Kruste von schwarzem Eisenoxyd umgeben; 4) stimmt die Erde, welche dem Ganzen als eine Art von Cement dient, ihrer Natur und ihren Eigenschaften nach in allen diesen Steinen überein. Im Steine von Benares sind die Schwefelkiestheilchen und die kugelichten Körperchen sehr deutlich; in den übrigen sind sie nicht ganz so bestimmt wahrzunehmen, und in einem Steine von Siena war ein Kügelchen durchsichtig. Die Steine von Benares fielen unter Erscheinung eines feurigen Meteors, die Sieneser Steine unter

*) Philos. Transact. for the year 1792.

unter Blitzen herab. Diese Uebereinstimmung in den Umständen, und die Autoritäten, welche er angeführet habe, ließen es nicht länger bezweifeln, daß diese Steine wirklich herabgefallen seyn, so unbegreiflich uns auch die Sache seyn möge.

Alles so genannte gediegene Eisen enthalte Nickel. Die ungeheure Eisenmasse in Südamerika sey voller Höhlungen, und schiene weich gewesen zu seyn, da sich in ihr verschiedene Eindrücke zeigten. Die sibirische Eisenmasse habe kugelförmige Höhlungen, die zum Theil mit einer durchsichtigen Masse ausgefüllt seyn, welche aus denselben Bestandtheilen nahe in demselben Verhältnisse, als der kugelichte Theil im Steine von Benares bestehe. Das gediegene Eisen aus Böhmen adhärire an einer erdigen Masse, worin sich kugelichte Körper befinden.

Statt aus diesen Thatsachen Folgerungen zu ziehen, legt Howard nur zwey Fragen vor: 1) Sollten nicht alle herabgefallene Steine und das, was wir gediegenes Eisen nennen, einerley Ursprung haben? 2) Sind diese Körper nicht vielleicht insgesammt, oder doch einige derselben Produkte feuriger Meteore? und sollte nicht den Stein aus Yorkshire ein Meteor nur in allzu hohen Regionen gebildet haben, als daß man es hätte wahrnehmen können?

Gegen Howard bemerkt Patrin *) zuvörderst im Allgemeinen, daß einmahl in allen von Howard mitgetheilten Nachrichten kein Augenzeuge genannt werde, sondern Alles nur auf Aussage unbekannter Leute beruhe, die weiter sagten, was sie nur durch Hörensagen hätten, und daß zweytens sämmtliche Erzählungen darauf führen würden, daß man Donner- oder Strahlsteine annehmen müßte; eine Annahme, die doch Howard selbst für lächerlich erkläre.

Ueber die einzelnen Erzählungen bemerkt Patrin im Wesentlichen Folgendes: Gerichtliche Certificate seyn, wenn sie wunderbare Begebenheiten betreffen, besonders aus gewissen Ländern eben nicht sehr glaubwürdig. Und was die Aehnlichkeit aller Steinmassen unter sich betreffe, so sey diese bey

*) Journal de physique, Tom. LV. p. 376 sqq.

sey weiten nicht so groß als Howard glaube. Von den sibirischen Massen habe er in einem Briefe in der bibliotheque Nro. 140. hinlänglich dargethan, daß alle Umstände dahin übereinstimmen, daß sie eine sehr reiche Eisenminer sey, die der Blitz geschmolzen habe. Sie liege, nach Pallas, am Tage, nahe am Gipfel eines Berges, doch ein wenig unterhalb eines mächtigen Ganges von schwarzem, durch den Magnet ziehbaren Eisen, der aus dem Rücken des Berges zu Tage ausgeht. Der Berg besteht aus einer Abart Kieselschiefer, und es sey wahrscheinlich, daß ein Theil des Ganges, wo er zu Tage aussetzt, durch Quarzadern von der andern Masse getrennt gewesen sey. Nun aber wisse jeder Physiker, daß die Explosion des Blitzes nicht mehr befördere, als eine isolirte Metallmasse herabzuschleudern, besonders wenn sie sich auf dem Gipfel eines Berges befinde. Nichts sey daher natürlicher, als daß diese Masse von fast reinem Eisen den Entladungsschlag einer ganzen Gewitterwolke angezogen habe.

Patrin schließt mit der Bemerkung, daß, so sehr man gezwungen sey, viele unerklärbare Erscheinungen zu glauben, man sich doch hüthen müsse, Thatsachen, die sich ganz leicht und einfach erklären lassen, in wunderbare Ereignisse umzustalten, für die sich in der Natur nichts Analoges findet, und für die wir keinen andern Beweis, als die aller unbedeutendsten Sagen haben.

Indessen hat la Place *) folgende Hypothese über den Ursprung der meteorischen Steine aufgestellt: Diese meteorischen Steine und Metalle können nämlich von der Oberfläche des Mondes fortgeschleudert seyn. Es sey bekannt, daß es auf dem Monde Vulkane gebe, und daß der Mond gar keine oder nur eine höchst dünne Atmosphäre besitze. Die von den Mondvulkanen ausgeworfenen Massen werden daher in der Atmosphäre des Mondes durch keinen Widerstand retardirt, statt daß auf der Erde die größte Wurfbewegung durch den Widerstand der Luft sehr bald ganz aufgehoben werde. Der Punkt zwischen Erde und Mond,

*) Bulletin des sciences de la société philomatique. N. 66. 68.

Mond, wo die Anziehung nach dem Monde und die nach der Erde gleich groß seyn, liege sehr viel näher beym Monde, als bey der Erde. Würde eine Masse von einem Mondvulkan nur bis über diesen Punkt hinaufgeschleudert, so könnte sie nicht mehr nach dem Monde zurück, sondern müßte nun nach der Erde herabfallen, und zwar mit beschleunigter Bewegung, bis sie in die Erdatmosphäre hinein käme. In diese würde sie mit einer außerordentlichen Geschwindigkeit eintreten, und deßhalb in ihr einen ausnehmenden Widerstand finden, der sie allmählich retardiren müßte, so daß sie an der Oberfläche der Erde nur mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit, welche wir bey fallenden Körpern wahrnehmen, ankommen könnte. Sie würde aber wahrscheinlich erhitzt, vielleicht selbst entbrannt seyn, durch die ausnehmende Reibung, welche sie bey dem ungeheuren Widerstande der Luft erleide. Wären diese von den Mondvulkanen ausgeworfenen Massen von ganz anderer Natur, als die irdischen vulkanischen Produkte: so würde es möglich seyn, sie auf der Oberfläche der Erde, nachdem sie niedergefallen, zu finden.

Wenn diese nach la Place aufgestellte Hypothese ihre Richtigkeit hätte, so müßte ein Körper von der Oberfläche des Mondes in der geraden Linie zwischen den Mittelpunkten von Mond und Erde mit der Geschwindigkeit von 7771 Paris. Fuß senkrecht in die Höhe geworfen werden, um bis zu dem Punkte hinanzukommen, wo die Erde ihn eben so stark, als der Mond, anzieht. Hieraus ist also begreiflich, daß ein Körper, der mit einer größern Geschwindigkeit, z. B. mit einer Geschwindigkeit von 7800 Fuß in die Höhe geworfen werde, nicht wieder auf den Mond zurückfallen könnte, sondern sich auf die Erde herabstürzen müßte. Diese Geschwindigkeit ist ungefähr 5 Mahl größer als die Geschwindigkeit, mit welcher ein 24 Pfünder der mit 12 Pfund Pulver geladen ist, eine Kugel von gehörigem Kaliber forttreibt.

Ob nun gleich die Herren la Place, Mayer, Brandes und andere auf der einen Seite die Möglichkeit gezeigt haben, daß Steine von dem Monde auf unsere Erde herabfallen

fallen können: so bemerkt doch schon Herr Olbers *), daß es auf der andern Seite große Schwierigkeiten haben würde, wenn man im Ernste jene aus der Luft gefallene Steine als vom Monde herabgeschleudert ansehen wolle; denn wenn man bey den Berechnungen zugleich auf die Bewegung des Mondes um die Erde Rücksicht nehme, so erhelle, daß die vom Monde mit einer senkrechten Geschwindigkeit von 8000 Fuß und darüber ausgeworfenen Körper, weil ihnen zugleich die Bewegung des Mondes nach der Richtung der Tangente seiner Bahn im Augenblicke des Wurfs eingedruckt sey, so bald sie sich vom Monde so weit entfernt hätten, daß er sie ungleich schwächer als die Erde anziehe, sich in einem Kegelschnitte um die Erde bewegen würden, und daß der Mond sie in dieser Bewegung mehr oder weniger perturbiren werde. Nach Verschiedenheit der Richtung und der Wurfgeschwindigkeiten könne dieser Kegelschnitt eine Hyperbel (wozu jedoch eine ganz ungeheure Wurfgeschwindigkeit erfordert würde,) oder eine Ellipse seyn. Um auf die Erde zu fallen, müßte er eine Ellipse beschreiben, deren Perigäum innerhalb der Erdatmosphäre liege; dazu gehöre aber ein sehr bestimmtes Verhältniß der Richtung und der Wurfgeschwindigkeit des schweren Körpers, weßhalb nur sehr wenige der Massen, die der Mond etwas ausschleuderte, auf die Erde fallen könnten. So müßte der Mond nach und nach eine große Verminderung seiner Masse leiden; denn er müßte sehr viel Steine ausschleudern, damit nur zuweilen einige davon auf die Erde fallen könnten. Und würden denn nicht unzählige andere solche schweren Theilchen als kleine Trabanten um die Erde laufen? Müßten diese nicht zum Theil in unsern lichtstarken Teleskopen sichtbar werden, da Feuerkugeln oft von beträchtlicher Größe seyen, und die Beobachtungen der Ceres und Pallas uns gezeigt hätten, daß wir Körper, die von der Sonne erleuchtet seyn, noch unter außerordentlich kleinen scheinbaren Durchmessern sehen könnten? Oder seyn vielleicht einige Sternschnuppen solche kleine

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. XIV. S. 43 f.

kleine Erdtrabanten? Gehöre der kleine glänzende Lichtpunkt, den Herrn Schröter einst im Schlangenträger durch das Feld seines Fernrohrs streichen sah, vielleicht auch hierher? Diese Schwierigkeiten, anderer nicht zu gedenken, die aus der speciellen Untersuchung aller Umstände beym Herabfallen jener Steine herrührten, schienen ihm sehr wichtig und schwer zu heben zu seyn.

Endlich hat Herr Prof. Wrede [a]) in Berlin über die neuern Hypothesen, wodurch man die Feuerkugeln zu erklären gesucht hat, kritische Bemerkungen gemacht, wovon das Wesentlichste hier eine Stelle verdient. Daß die Feuerkugeln sich nicht in sehr weiter Entfernung von der Erdfläche erzeugen oder entzünden, das beweise nicht nur ein gewisser Zustand unserer Atmosphäre, sondern auch ihr nach dem Zerspringen sehr bald hörbarer Knall. Wenigstens seyn einige dieser Phänomene so wie manche Sternschnuppen, welche von verschiedenen Physikern für große Feuerkugeln in außerordentlichen Höhen gehalten würden, der Erdfläche so nahe, daß ihre Entfernung kaum einige hundert Fuß betragen könne; denn man höre ihr Geräusch, welches dem Zischen einer steigenden Rakete gleiche. Nicht nur seine eigenen, sondern auch Dr. Benzenberg's Beobachtungen bestätigen dieß; letzterer zeige, vermittelst parallactischer Höhenmessungen dieser Körper, ganz unwiderleglich, daß einige jener Lufterscheinungen, besonders die kleinen Sternschnuppen, der Erdfläche sehr nahe seyn. Hieraus ließen sich nun keine günstigen Folgerungen für Halley's gewagte Hypothese ziehen, daß die Feuerkugeln außerhalb unserer Atmosphäre zusammen ballten, und eine Bewegung um die Sonne anfingen, oder gar wie Hartsoeker wollte, terrestrische Kometen seyn. Er sehe nicht ein, wie man diese letztere Vorstellung, bey so weniger Uebereinstimmung der Merkmahle an Feuerkugeln und wirklichen Kometen, auch nur analogisch rechtfertigen wolle, da die Kometen, nach den neuesten Beobachtungen Schröter's, und anderer Astronomen, keine bloßen Meteore in der

a) Gilbert's Annalen der Physik; B. XIV. S. 35 ff.

der Photosphäre unserer Sonne seyn, auch nicht brennten, wie eine Fackel, sondern planetarische Kugeln mit einer so starken Lichthülle umgeben seyn, daß sie auf ihrer der Sonne abgekehrten Seite keinen Schatten würfen, folglich zu den selbstleuchtenden Körpern gehörten. Das Herabstürzen dieser vorgeblichen terrestrischen Kometen aus ihren Bahnen würde ein Zertrümmern des terrestrischen Trabantensystems seyn. Wer könne aber beweisen, daß die unserer Sonne zugehörigen Kometen auf sie herabstürzten, und aufhörten, als selbstständige Körper im Weltraume zu existiren. Finde dieß nun nicht Statt, wie habe man es wagen können, Feuerkugeln und Kometen für ähnliche Körper anzusehen? — Daß ferner den Feuerkugeln bloß Elektricität zum Grunde liegen sollte, wie Beccaria und Vasalli behauptet haben, dagegen spreche das nach und nach wachsende und wieder abnehmende Licht, die niemahls geschlängelte Bewegung der Feuerkugeln und Sternschnuppen, und die nach dem Verschwinden derselben gewöhnlich noch übrig bleibende, einige Sekunden lang mit röthlicher Phosphorescenz leuchtende Masse, welche bey keinem Blitze gesehen werden, ungeachtet es Blitze ohne Donner gebe. Außerdem äußere sich die Elektricität in der hohen verdünnten Luft unter ganz andern Kennzeichen, als die Feuerkugeln, nämlich als eine dem Nordlichte ähnliche Erscheinung, welches der Identität dieser beyden Luftbegebenheiten gänzlich widerspreche. Noch weniger genügten die übrigen Hypothesen, daher man sie auch sämmtlich aufgegeben habe.

Statt ihrer seyen vor Kurzen zwey neue Hypothesen aufgestellet worden, die des Herrn Dr. Chladni, und eine andere, nach welcher die Feuerkugeln Auswürfe des Mondes seyn sollen.

Was Herrn Dr. Chladni's Hypothese betreffe, so sey es zuförderst der Erfahrung nicht gewiß, daß alle Feuerkugeln mit einem heftigen Getöse zerspringen. In den südlichen Ebenen habe er an der baltischen See wohl mehr als zwanzig ziemlich beträchtliche und manchmahl recht merk-

würdige Feuerkugeln gesehen, aber unter allen diesen entsinne er sich nur einer einzigen, welche bey ihrem Verlöschen einen dumpfen Knall, wie von einer entfernten Kanone verursachte. Sie hatte einen röthlichen Glanz und ging von Ost nach West. Ihr scheinbarer Durchmesser war größer, als der des Vollmondes. Die übrigen verschwanden gewöhnlich auf diese Art. Wenn ihr Licht, welches einmahl so hell, wie brennender Phosphor im Sauerstoffgas, leuchtete, verlosch, blieb in einem, dem Orte des Verschwindens zunächst gelegenen beträchtlichen Theile ihres durchlaufenen Weges eine röthlich phosphorescirende Masse übrig, die sich nach einigen Secunden allmählich verlor. Das Zerspringen mit einem Knalle sey sogar denjenigen nicht immer eigen, welche heftige Funken oder Blitz ähnliche Flammen auswerfen, wie ihm seine eigene Erfahrung belehre. Es gebe daher zwar einige Feuerkugeln, welche mit einem heftigen Getöse zerplatzten, aber dagegen kämen auch viele andere vor, und vielleicht bey weiten die meisten, welche weder eine außerordentlich schnelle Bewegung hatten, noch bey ihrem Verlöschen einen Knall gäben.

In Ansehung der Behauptung, daß Feuerkugeln eine ziemlich seltene Erscheinung seyen, bemerke er, daß man dieses wohl einräumen könne, wenn von einzelnen Gegenden des Erdbodens und von bestimmten geographischen Oertern die Rede sey; meine man aber damit, daß sie in der Erdatmosphäre überhaupt sehr selten vorkämen: so sey dieses unstreitig unrichtig, auch wenn man hier von den Sternschnuppen absehe, welche, nach der Meinung Chladni's, doch auch Feuerkugeln seyn sollten. Es käme bey diesen und ähnlichen Materien nur darauf an, daß Beobachter da wären, um sie wahrzunehmen und bekannt zu machen. Don Ulloa melde in seiner Reise nach Peru, und in der Histoire de l'Academie des sciences 1751, daß zu santa Maria da la Parilla jede Nacht Feuerkugeln gesehen würden. Herr Chladni erkläre sie zwar für bloße Irrlichter; er sehe aber nicht ein, aus welchen Gründen, da jenem Gelehrten der Un-

terschied

terschied zwischen einem Irrlichte und einer Feuerkugel doch wohl bekannt gewesen seyn müsse.

Wenn die Feuerkugeln anfänglich nur wie eine kleine Sternschnuppe erschienen, so lasse sich daraus nicht immer auf eine beträchtliche Höhe schließen, in welcher sich diese Körper zuerst entzündeten; sondern in den meisten Fällen sey es wohl bloß der zunehmende chemische Oxydations- und Lichtentwickelungsproceß, der den scheinbaren Durchmesser derselben so ansehnlich vergrößere. Dieses leuchte schon aus der einen Thatsache hervor, daß der scheinbare Durchmesser bey allen Feuerkugeln, welche, ohne daß er ein Maximum erreicht habe, auch wieder abnehme, und sich allmählich bis auf Null verkleinere.

Der Beweis des Herrn Chladni, daß alle Sternschnuppen und Feuerkugeln in parabolischen Bahnen sich bewegen sollten, sey höchst unvollständig. Die Erfahrung streite offenbar dagegen, daß jede Feuerkugel schräg gegen den Horizont herabsinke. Im Jahr 1795. habe er eine gesehen, welche in ganz horizontaler Richtung vor seinen Augen hervorgegangen sey. Ihre Bewegung von Osten nach Westen war sehr schnell, und sie hatte, gleich einem Kometen, einen besenartigen Schweif hinter sich, welcher von der brennenden und leuchtenden, mit einem sehr laut hörbaren zischenden Getöse ausströmenden Materie herrührte.

Die Folgerungen, welche Dr. Chladni aus seinen vorausgeschickten Gesetzen mache, daß nämlich die Feuerkugeln nicht tellurischen Ursprungs seyn können, ließe sich durch keine directen Erfahrungsbeweise rechtfertigen. Denn hätte jeder Körper, der sich mit einer ungewöhnlichen Geschwindigkeit in unserer Luftmasse bewege, die feste Form: so müßte sie schlechterdings auch dem Blitze und ähnlichen feurigen Meteoren zukommen. Es sey aber unbezweifelt gewiß, daß der elektrische Feuerball, welcher scheinbar wie ein zackiger Strahl aus der Gewitterwolke fahre, durchaus keine andere, als die gasförmige Gestalt habe. Daß er in der Luftmasse nicht gleich beym Anfange seiner Bewegung zerstiebe, gründe sich in dem

Mangel

Mangel der Mischungsfähigkeit der elektrischen Materie, und der reinen von Wasserdämpfen freyen atmosphärischen Luft. Und nach der Analogie zu urtheilen, sey es gar nicht unbegreiflich, daß sich Stoffe, welche dampf- oder luftförmig wären, mit erstaunlicher Geschwindigkeit durch die Atmosphäre bewegen könnten; denn die mit den ungleichartigen gasförmigen Körpern wirkten eben so, wie unter den heterogenen tropfbaren, nicht nur attractive oder mischende, sondern auch repulsive oder absondernde, ausscheidende Kräfte, und diese letztern seyn es eigentlich, von welchen die schnelle Bewegung abhange. Man müsse nicht glauben, als wenn das Mittel, in welchem die Bewegung vor sich gehe, zu keiner Zeit etwas anders thue, als bloß Widerstand leiste; nein, es sey vielmehr in unzähligen Fällen die bewegende oder fortstoßende Kraft selbst.

Herr **Chladni** scheine ferner in dem heftigen Knalle, womit die Feuerkugeln zerspringen, einen Beweis finden zu wollen, daß sie feste Körper seyen. Er stellt sich die Sache so vor, als würden diese meteorischen Massen durch die Hitze gleichsam wie eine mit Luft gefüllte und stark erwärmte Blase aufgeblähet, und bildeten wirklich sehr beträchtliche, ihren Durchmesser immer mehr vergrößernde Halbkugeln, die zuletzt von der zu starken Ausdehnung der in ihnen eingeschlossenen Gasarten mit einem starken Getöse zerplatzen müßten. Wären die Hauptmassen, meint er, nicht fester Art, so würden sie nicht zähe genug seyn, eine so starke Aufblähung, als zu einem gewaltigen Knalle erforderlich sey, auszuhalten. Offenbar, sagt **Wrede**, sey dieser Erklärungsgrund bloß gesucht, um einer Hypothese Eingang zu verschaffen, und es seyen wieder viele Thatsachen aus der Acht gelassen, woraus das Gegentheil hervorgehe. Knalle denn der elektrische Funke, oder die mit Sauer- und Wasserstoffgas, oder mit gephosphortem Hydrogengas gefüllte Masse, bloß darum, weil sie ein fester Körper umgebe, den sie zerplatze? Wenn **Chladni's** Folgerung richtig seyn sollte, so müßte folgender Satz bestehen: es finde in der Atmosphäre nicht anders ein Knall Statt,

Statt, als wenn ein fester, aufgeblähter Körper durch eingeschlossene Luft zerspringe. Dieser Satz sey aber ganz ungegründet, mithin dürfe gar kein Beweis darauf gestützt werden.

Wenn man indessen auch zugebe, daß alle Feuerkugeln feste Körper seyn so würde sich doch daraus nicht darthun lassen, daß ihre Entstehung innerhalb unserer Atmosphäre schlechterdings unmöglich sey. Wer kenne Alles, was in unserer Luftkugel möglich sey und vorgehe, so genau, daß er als gewiß und wahr behaupten dürfe: nur dieß und nichts anders könne innerhalb ihrer Gränzen geschehen. Chladni glaube zwar, die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs der Feuerkugeln erhelle daraus, daß weder in der obern Luft feste Massen sich zusammenballten, noch die auf der Erde vorhandenen Wurfkräfte hinreichten, feste Massen bis zu einer Höhe von einigen geographischen Meilen hinaufzuschleudern. Beydes sey aber noch nicht entschieden; im Gegentheil kennten wir mehrere Thatsachen, welche die Möglichkeit jener geläugneten Ereignisse wenigstens begreiflich, wo auch nicht wahrscheinlich machten. Freylich seyen uns noch wenige Umstände bekannt, wo aus flüssigen Körpern durch Mischungsveränderungen augenblicklich schnell starke oder feste Massen entstünden; indessen habe uns doch die Erfahrung deutliche Fingerzeige gegeben, daß so etwas möglich sey. Auf jeden Fall sey es sehr gewagt, bey unsern immer nur noch fragmentarischen Kenntnissen der besondern Naturphänomene und ihrer Ursachen, darüber entscheiden zu wollen, was hier oder dort im Weltraume möglich und was nicht möglich sey. Wären uns auch hier unten an der Erde alle Naturbegebenheiten mit ihren speciellen Ursachen und Gesetzen durchaus bekannt: so würden wir dennoch beym Urtheilen über Luftereignisse jenseits einer Kluft von einigen geographischen Meilen aufwärts in der Atmosphäre, sehr behuthsam zu Werke gehen müssen, weil die Umstände, unter welchen dieselben chemischen Stoffe wirkten, die hier an der Erdfläche gefunden würden, dort ganz anders seyn, und er halte es jetzt für eine eitle

Anmaßung, aus den Erfahrungen hier unten am Grunde des Luftmeers, das unsere Kugel decke, genau bestimmen zu wollen, was weiter nach der Oberfläche desselben hinaus geschehen und nicht geschehen könne. Uebrigens möge man wohl bedenken, daß unsere so genannten Elemente nicht einfache Substanzen, sondern Produkte einer noch unbekannten chemischen Operation so wohl in der organischen als unorganischen Natur seyen. Gesetzt endlich, die Anwesenheit ponderabler Stoffe in der dichtern Luftmasse unsers Planeten sey unmöglich: wie sollten sich dann da, wo das den Weltraum erfüllende Mittel so äußerst dünn und ätherisch ist, daß auch der schwächste Lichtstrahl durch ihn viele tausend Billionen Meilen weit von den entlegensten Nebelflecken bis zu uns sich ungestört fortpflanze, ohne Schwierigkeit grobe ponderable Körpertheile zusammenhalten können? Das gröbere Mittel sollte diesem nach keine andere, als feine, und das weit dünnere dagegen gröbere Stoffe enthalten können. Denn welcher Grundsätze willen sey diese Behauptung schlußgerecht? In der That, er begreife nicht, wie Herrn Chladni's Meinung über den nicht tellurischen Ursprung der meteorischen festen Körper sich rechtfertigen lasse, und woher er die Einsicht habe, daß ihr Entstehen innerhalb unserer Dunstkugel unmöglich sey.

Eben so verhalte es sich auch mit der Beobachtung, daß auf der Erde keine Kraft vorhanden sey, aus welcher meteorische feste Massen herabgefallen seyn sollen. Wir hätten allerdings Kugeln, welche ganz erstaunlich, und nicht selten auf diese Art wirkten. Vorzüglich gehörten hierher die Wasserdämpfe, welche manchmahl, ungeachtet ihres anscheinend unbedeutenden Vorraths, doch sehr beträchtliche Zerstörungen anrichten könnten.

Aus diesem Allen erhelle nun zur Genüge, daß Chladni's Hypothese keines Weges auf guten Gründen stehe, und daß ein jeder die Unhaltbarkeit derselben zu begreifen vermöge.

Es sey nun die Frage, ob man nicht annehmen dürfe, daß alle Feuerkugeln Auswürflinge von Vulkanen seyen; oder ob

sich nicht einige dieser letztern zuweilen wirklich unter der Gestalt von feurigen Meteoren solcher Art sehen ließen? Das letztere lasse sich zuverlässig bejahen; das erstere aber halte er sich durch Erfahrung berechtigt bestimmt zu verneinen; eben so die Behauptung, daß alle Feuerkugeln feste Körper seyn, welche aus dem weiten Himmel auf unsere Erde herabstürzten. Daß gasförmige und dampfförmige Körper dieselben leuchtenden Erscheinungen, als die feurigen Meteore, wovon hier die Rede sey, geben könnten, davon fänden sich Thatsachen, besonders am feuerspeyenden Berge Vesuv. Nach Hamilton's Beobachtungen über den Ausbruch dieses Vulkans im Jahre 1794. am 15ten Juny erkaltet die Lava mit häufigem Krachen, und gibt dabey so laute Explosionen, wie das Eis in den Gletschern der Schweiz. Es dringt dann ein Dampf hervor, der sich zuweilen wie Sternschnuppen entzündet. Vielleicht wären auch die großen Feuerbälle, welche von Humboldt's Nachricht zu Folge, bey dem Erdbeben in Cumana 1797. die Luft häufig durchkreuzt hätten, ebenfalls ein Produkt der Zersetzung und Oxydirung entweder von Dämpfen und Gasarten, wo nicht zum Theil glühende Auswürflinge gewesen, welches aber doch hätte müssen bemerkt werden können. Ueberhaupt seyen in vulkanischen Gegenden Feuerkugeln, fliegende Drachen, Sternschnuppen und dergleichen feurige Meteore die gewöhnlichen Vorbothen eines Erdbebens. Wenn man in jedem dieser Phänomene einen festen Körper erblicken, oder gar einen Ankömmling aus den weiten sternlosen Räumen des Himmels erkennen wollte, welch ein sonderbares Zusammentreffen der Umstände auf unserm Planeten und außerhalb desselben, würde da nicht vorauszusetzen seyn, daß gerade zur Zeit des Erdbebens jene cosmischen Fremdlinge, die ein berühmter Gelehrter Planetenkörner zu nennen beliebt habe, sich wie Schwärme bey uns einstellten? Man müßte für nothwendig ein Causalverhältniß annehmen, und entweder die Annäherung der cosmischen Klümpchen für die Ursache des Erdbebens, oder umgekehrt dieses letztere als den Grund ansehen, daß jene scharenweise

auf unsern Himmelskörper herabgerissen würden. Indessen möchte wohl das eine so widersinnig seyn, als das andere, und solches um so mehr, da es durch diese Thatsachen offenbar werde, daß zur Entstehung derjenigen Feuerkugeln, welche keine Auswürfe von Vulkanen seyn, ein gewisser chemischer Züstand der Atmosphäre nöthig sey, dessen Beschoffenheit uns aber bis jetzt, aus Mangel an gehörigen Untersuchungen, noch unbekannt bleiben müßte.

Wenn nun aber unsere Luftkugel selbst die Bedingungen enthalte, daß diese meteorischen Körper sich zuweilen schaarenweise zeigen müßten, wie wollte man denn behaupten, daß ihr Ursprung nicht tellurisch sey? Und wenn so unzählig viele Feuerkugeln von bedeutender Größe vorkämen, wo wirklich keine festen Körper vom Himmel fielen, sondern wo die Grundmasse dieser feurigen Meteore sich in der Luft auflöse und zersetze, verhielten sich zu denen, wo man gesehen habe Steine und Stücke Eisen aus der Luft herabsteigen, gewiß wie hunderttausend, oder viel Mahl hunderttausend zu Eins. Was wollten die wenigen Ereignisse, welche man uns z. B. im Plinius, oder vom Agram in Slavonien, von Siena im Toskanischen, von terra nuova in Kalabrien, von Tabor in Böhmen, von Jure bey Sagan in Schlesien, von Mormes und Catentin in Frankreich, von Yorkshire in England, von einigen Oertern in Südamerika, von Benares in Ostindien, oder von der Pallasschen Eisenmasse in Sibirien u. s. w. erzähle, was wollten diese sagen, in Vergleichung gegen die vielen feurigen Meteore, welche nach Herrn Chladni's Meinung unter den Begriff der Feuerkugeln gehörten, und wovon manchmahl in einer einzigen Nacht mehrere Tausend gesehen werden könnten? Er wolle die Glaubwürdigkeit aller der Erzählungen von Steinen, die in Gegenden, wo es keine Vulkane gebe, vom Himmel gefallen seyn, nicht in Zweifel ziehen, ungeachtet auf die Form der Beobachtung ein großer Theil der Wahrheit ankomme, und bey den meisten dieser Vorfälle keine eigentliche Physiker oder gebildete Menschen, sondern gemeine Landbewohner die Augen-

zeugen wären, lauter Personen, welche nicht genau genug beobachteten; aber durch alle diese historische Belege lasse sich gar nicht erweisen, daß nur zuweilen, vielweniger dann mit jeder Feuerkugel oder Sternschnuppe ein cosmischer Körper auf unsern Erdball herabstürze. Nach dem Steinregen bey Siena habe man in der Nähe benachbarter Vulkane, z. B. des Monte Rotondo, welcher gerade um diese Zeit gespien habe, mehrere unverkennbare Auswürflinge, welche sich bloß dadurch, daß der Schwefel in ihnen mangelte, von den zu Siena aus der Luft herabgefallenen Steinen unterschieden. Daß die nach Chladni und andern auf die Erde herabgestürzten dehnbaren Eisenmassen vermittelst der Friktion in der Luft so weit erhitzt worden seyn, daß sie zum Schmelzen gekommen wären, sey nichts weiter, als leere Einbildung.

Der Zustand des Brennens, worin sich die gewöhnlichen Feuerkugeln befänden, gebe einen unumstößlichen Beweis, daß in den allermeisten dieser meteorischen Körper weder geschmolzenes Eisen noch bis zum Glühen erhitztes Gestein vorhanden seyn könne; denn es sey schlechterdings dem Laufe der Natur zuwider, daß ein in Brand gerathener und bis zum Schmelzen erhitzter metallischer, oder überhaupt fester und oxydirbarer Körper in unserer Atmosphäre, besonders in den niedrigen Regionen derselben, bloß einige wenige Secunden in diesem Zustande verbleibe. Das sey aber jeder Zeit der Fall mit Feuerkugeln und Sternschnuppen; denn die scheinbare Flamme dieser Meteore verschwinde schon mit der zweyten und dritten Secunde. Wären es wirklich feste glühende Massen, so müßten sie sich hierin schlechterdings anders verhalten, und Erscheinungen geben, wie sie den in unserer Atmosphäre geworfenen glühenden Körpern insgesammt eigen seyn. Es müßte das Brennen in der untern an Sauerstoff reichern Luft, mithin auch das Glühen und Leuchten zunehmen; ferner eine Verglasung, besonders in den meteorischen Massen, worin außer der Kieselerde und Talkerde auch Thonerde und Kalkerde vorhanden sey, erfolgen, und

eine deutliche Spur der Verschluckung wahrzunehmen seyn; aller Schwefel an ihrer Oberfläche müßte verbrannt, d. i., in gasförmige schwefellige Säure verwandelt, oder doch wenigstens verflüchtigt seyn, und endlich müßten, wenn alle Feuerkugeln feste Massen wären, sich beym Zerspringen derselben glühende Stücke sehen lassen, welche zur Zeit der Nacht von oben herab bis unten an die Erdfläche leuchtende Strahlen bildeten, wie es eine schnell geschwenkte glühende Kohle thue. Aber von diesem Allen werde man, wenigstens bey den gewöhnlichen Feuerkugeln, gar nichts gewahr; mithin fehle es an denjenigen Merkmahlen ganz, welche einen in unserer Atmosphäre glühenden festen Körper wesentlich charakterisirten, und die Hypothese, daß allen Feuerkugeln feste Massen zum Grunde lägen, wie auch, daß die angeblichen meteorischen Eisenmassen in der Luft geschmolzen seyn sollten, könne nicht bestehen.

Herr Chladni behaupte nun zwar, daß Vulkane die Unschmelzbarkeit des Eisens und der Steine eben so wenig überwinden könnten, als das stärkste künstliche Feuer; daß ferner die außerordentliche Geschmeidigkeit des Eisens durch vulkanisches Feuer wegfallen müßte, wenn die gefundenen Stücke gediegenen Eisens einen tellurischen Ursprung hätten; und daß sie endlich auf nassem Wege auch nicht entstanden seyn könnten, obwohl es solcher Gestalt gebildetes Eisen gebe, weil man die Wirkung des Feuers zu deutlich an ihnen sehe. Herrn Wrede scheint es aber, als wenn dieser Gelehrte in seinen Behauptungen viel zu weit gehe, und bloße Meinungen als Beweise aufstelle. Fürs erste nehme Herr Chladni an, daß die löcherige Textur ein wesentliches Kennzeichen der Schmelzung sey; wenigstens finde er keinen andern Grund in seiner Schrift, worauf er seine Meinung stützen könnte. Sey denn aber das löcherige Gewebe bey allen Fossilien, denen es eigentlich zukomme, ein untrügliches Kennzeichen, daß sie sich irgend ein Mahl in einem Zustande der Schmelzung befunden haben, oder bloß in diesem und auf keine andere Weise gebildet worden sind? Keines Weges! Fürs

zweyte,

zweyte, wie wolle man behaupten, daß Eisen und Steine im vulkanischen Feuer entweder unschmelzbar seyn, oder diese und jene bestimmte Form darin annehmen müßten? Wer kenne alle die verschiedenen Umstände und Modifikationen, die für unsere Kunst ganz unnachahmlich seyen, um sagen zu dürfen: nur dieß könne im Vulkane geschehen, und jenes sey in allen schlechterdings unmöglich. Er gebe zu, daß es sich nothdürftig bey einigen sehr bekannten Vulkanen bestimmen lasse, was Produkt ihrer Art sey, und was sie gewöhnlich liefern müßten. Allein wie viele Vulkane gebe es, welche wir von Grund aus kennten? Nicht einen einzigen. Und wären auch die Erzeugnisse von mehreren unter ihnen durchaus bekannt: so würde doch die Form derselben keine Nothwendigkeit, sondern lediglich eine in manchem Betrachte unsichere Analogie für sich haben, worauf man in Wahrheit nicht immer so zuversichtlich bauen dürfe. Ihm scheine es daher, daß jedes entscheidende Urtheil über das, was in Vulkanen vorgehen könne oder nicht, eine zu dreiste Anmaßung sey. Es habe überdieß noch Niemand angegeben, wie sich streckbares Eisen verhalte, wenn es geschmolzen sey. Warum wollte man sich denn getrauen, zu behaupten, daß die äußern Kennzeichen der sibirischen Eisenmassen und ähnlicher Körper die wahren Merkmahle eines ehemahligen Zustandes der Schmelzung seyen? Könnten sie denn nicht das blasige Ansehen auf irgend eine andere Art, als gerade durch Schmelzung, und in irgend einem andern Zustande als gerade in ihrer vollkommenen Dehnbarkeit erhalten haben? Er glaube, daß unsere metallurgischen Kenntnisse noch nicht so vollendet seyn, um diese Fragen durchaus verneinen zu dürfen.

Einige Physiker haben geglaubt, behaupten zu dürfen, daß die gediegenen Eisenmassen durch einen Blitz geschmolzen worden wären. Noch andere haben sie für Eisenoxyd gehalten, welches überall auf dem Erdboden anzutreffen, und durch den Blitz reduciret worden sey. Hiergegen führe Dr. **Chladni** Folgendes an: 1) lasse sich zwar die Möglichkeit der Reduktion und Schmelzung des Eisens durch den elektrischen

trischen Funken nicht läugnen, da letzterer nicht allein dieß thun, sondern auch sogar Quarz in Fluß bringen könne; aber es sey doch nicht wahrscheinlich, daß ein Blitz 15000 bis 17000 Pfund Eisen auf ein Mahl zu schmelzen oder zu reduciren vermöge. Nur als Feuerkugel könne eine solche Masse geschmolzen werden: 2) treffe man diese Masse zu Tage liegend, und nicht in einiger Tiefe, wo allenfalls ein solches Schmelzen vom Blitze eher angehen könne: 3) habe auch **Beccaria** Unrecht, wenn er annehme, daß, so wie er durch einen vermittelst der Elektrisirmaschine verdampften Wassertropfen keine metallische Körper fortschleuderte; denn es wäre sonderbar, wenn bloß diese Massen der Fortschleuderung unterworfen seyn sollten.

Herr **Wrede** antwortet hierauf: In Ansehung des ersten Grundes sehe er nicht ein, woher man berechtiget sey zu sagen, daß eine gediegene Eisenmasse nicht anders, als in einer Feuerkugel geschmolzen werden könne. Es dürfte nicht befremden, wenn die gediegenen Eisenmassen, wo auch nicht immer, doch am öftersten vom Blitze getroffen werden, da dieses Metall unter allen elektrischen Leitern einer der vorzüglichsten sey, und eben darum den Blitz weit stärker als alle benachbarten Körper anderer Art anlocken müsse. Der zweyte Hauptgrund, nämlich die seichte Lagerung jener gediegenen Eisenmassen in den Erdschichten, oder ihr geschiebeartiges Vorkommen widerlege vielmehr Herrn **Chladni's** eigene Hypothese gänzlich. Denn wären jene Körper, von denen einige 300 Centner schwer gefunden worden seyn, aus dem weiten Himmelsraume mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 6 geographische Meilen in einer Secunde auf die Erde herabgestürzt: so hätten sie wahrlich nicht können oben auf liegen bleiben, sondern hätten viele hundert Klafter tief in den Boden einschlagen müssen, selbst wenn der Stoß unter einem sehr schiefen Winkel geschehen wäre.

Da sich diese cosmischen Eisenkugeln, nach **Chladni's** Hypothese, in eigenen Bahnen um die Sonne bewegen, und aus diesen von der Anziehung unsers Planeten herausgerissen

werden,

werden: so könnten eines Theils die Fälle, wo dergleichen Körper unsere Erde vermittelst eines centralen Stoßes treffen müßten, gar nicht so selten seyn; andern Theils müsse die Tangentialkraft, welche sie zu einer Jahresbewegung um unsere Sonne nöthige, gewiß nicht viel größer, oder kaum so groß, als die Centripetalkraft nach unserer Erde seyn (denn sonst könnte diese letztere weiter nichts, als eine beträchtliche Störung in ihrer Bahnbewegung verursachen,) und dann sey es nicht wohl möglich, daß sie unter einem Winkel kleiner als 450° auf die Horizontalebene herabfielen. Gesetzt indeß auch, daß der Winkel, unter welchem der excentrische Stoß gegen den Horizont geschehe, nur 30° betrage: so werde doch die Gewalt, womit der fallende Körper in diesem Falle gegen den Erdboden schlage, noch halb so groß seyn, als die Gewalt des centralen Stoßes. Man vermehre daher die Geschwindigkeit auch noch so sehr, und nehme z. B. nur die mittlere Geschwindigkeit, womit Feuerkugeln und Sternschnuppen sich in unserer Atmosphäre zu bewegen pflegten: so würden wir doch die sibirischen Eisenmassen so wenig, wie andere Körper dieser Art, auf unserer Erde wieder finden können, wenn sie aus dem hohen Himmel auf unseren Planeten herabstürzten. Ihre entsetzlichen Spuren würden wir sehen: sie selbst aber nie entdecken.

Hiermit falle nun auch die kühne Hypothese weg, nach welcher die aus der Luft herabgefallenen Mineralkörper Auswürflinge der Vulkane im Monde seyn sollten. Ob es solche Vulkane wirklich geben möge? das sey freylich eine Frage, die sich nicht leicht beantworten lasse; denn es könne immer seyn, daß die Aehnlichkeit zwischen unserer Erde und ihrem Trabanten bloß scheinbar sey, und daß die Mondalpen nicht nur einen ganz andern Ursprung hätten, sondern auch aus ganz anderer Masse geformt seyn, als die vulkanischen Kegelberge unsers Planeten. Die aus der Luft gefallenen Steine, urtheile man, gehörten nicht auf unserer Erde zu Hause; wo sollten sie denn nun anders herkommen, als von dem uns zunächst schwebenden Himmelskörper? Und da sie diesem

durch

durch die bloße Attraktion des Hauptplaneten nicht entführet werden konnten: wie sollte dieß anders angehen, als daß des Mondes eigene Wurfkräfte hierzu die erste Veranlassung gegeben haben? Was nun die Behauptung betreffe, bemerkt Herr **Wrede**, daß nämlich die aus der Luft gefallenen Mineralkörper nicht auf unserer Erde zu Hause gehörten, so beziehe er sich auf das, was er im Vorigen schon darüber gesagt habe. Aber in Rücksicht auf den übrigen Theil der Schlußfolge halte er für nöthig hier noch zu beweisen, daß sie ungegründet sey, und zwar aus folgenden Gründen: 1) weil die gar geringe Tiefe, zu welcher diese Körper in unsern Erdboden eindringen, der sehr großen Geschwindigkeit, welche sie durch das Herabfallen vom Monde erlangen müßten, nach Gründen der Mechanik widerstreitet; 2) weil die Zeit ihres Falles vom Monde herab viel zu lang ist, als daß sie glühend seyn könnten; 3) weil man keinen wahrscheinlichen, vielweniger einen überzeugenden Grund habe, auf dem Monde so erstaunliche Wunderkräfte anzunehmen, als zum Fortschleudern der größten vulkanischen Auswürflinge erforderlich wären: 4) weil diese letztern eben deßhalb nicht in so tiefen geographischen Breiten niederfallen könnten, wie sie in Sibirien gefunden worden sind: und 5) weil die festen Meteorkörper nicht einmahl 2 Erdhalbmesser hoch herabgefallen seyn können.

Was nun noch die Beleuchtung der Hauptfrage, was denn diese vorgeblichen meteorischen Steine für einen Ursprung hätten? betreffe: so hätte uns schon die Chemie durch einen **Klaproth, Vauquelin, Howard** u. a. den Gehalt dieser seltenen Meteorkörper kennen gelernt, aus welchen Stoffen sie zusammengesetzt seyen. Ihren Untersuchungen zu Folge bestünden sie aus Kieselerde, Talkerde, Eisen, Nickelmetall und Schwefel, lauter unzerlegte Stoffe, welche auf unserer Kugel einheimisch seyen! Hieraus würde also nicht nur die Möglichkeit, sondern auch die höchste Wahrscheinlichkeit hervorgehen, daß jene meteorischen Massen einen tellurischen Ursprung hätten. Aber ihre Struktur trage etwas so Frem-

des

des an sich, was bisher auf dem gewöhnlichen Wege der mineralischen Untersuchungen nicht vorgekommen sey, und gleichwohl zeige sich eine auffallende Gleichförmigkeit in derselben; auch kämen diese Körper in Gegenden vor, die von feuerspeyenden Bergen weit entlegen seyn. Daher wolle man sie weder für Auswürfe der Erdvulkane noch für Niederschläge ganz eigener synthetisch-chemischer Operationen in unserer Atmosphäre, sondern lieber für auswärtige Massen ansehen, die sich in den sternlosen Räumen des Himmels entweder ursprünglich befänden, oder von Zeit zu Zeit darin erzeugten, oder die weit und breit umher fliegende Stücke zersprengter Feuerkugeln seyn. Indessen getrauet sich Herr Wrede zweyerley zu behaupten: 1) daß die Möglichkeit des terrestrischen Ursprungs jener festen Meteorkörper sich nicht abläugnen lasse; denn wer kenne das Innere unserer Erde und Atmosphäre so genau, daß er mit Gewißheit sagen dürfte: es ist unmöglich. 2) Halte er sich überzeugt, daß Feuerkugeln mit Inbegriff der Sternschnuppen ganz andere Materien sind, als die aus der Luft herabgefallenen Mineralkörper, und daß diese letztern, wenn sie anders wahr sind, einen eignen Nahmen verdienen. Anstatt aller Beweise für die letzte Meinung, gebe er nur das Eine zu bedenken, daß, wenn jede gemeine Feuerkugel und Sternschnuppe unter der alljährlich zu vielen Tausenden erscheinenden Menge ein Meteorstein wäre, unser Erdboden von Körpern dieser Art schon längst übersäet oder auch zerlöchert, und in den Jahrtausenden unserer Geschichte unzähliger Schaden durch sie angerichtet seyn müßte. Er sey also gewisser Maßen der Meinung Bergmann's, welcher verschiedene Arten von Feuerkugeln annahm, und er zweifle nicht, daß er dadurch am besten vor Irrthum gesichert seyn werde. Er würde also einen Unterschied machen zwischen feurigen Meteorkörpern, die in fester und nicht fester Gestalt erscheinen. Diese letztern zeigten sich unstreitig am häufigsten, und jene sehr sparsam. In dieser Hinsicht dürfte er denn auch kein Bedenken tragen, der Behauptung des Dr. Chladni Recht zu geben, daß Feuerkugeln,

kugeln, so fern darunter nicht die gewöhnlichen, wohin auch die Sternschnuppen gehören, sondern die festen aus der Luft herabgefallenen Massen verstanden werden, äußerst seltene Erscheinungen seyen.

Was den Ursprung der nicht festen Feuerkugeln betreffe, so sey nicht zu läugnen, daß er einzig und allein in unserer Atmosphäre gesucht werden müsse, weil viele dieser Meteore sehr niedrig erscheinen, und nahe über der Erdoberfläche fortschießen, oder sich in den untern Gegenden der Atmosphäre bildeten, und nach allen möglichen Richtungen in die obern Gegenden hindurchfahren. Seyen die festen Meteorkörper keine vulkanische Produkte, so sey es wahrscheinlich, daß in dem chemischen Laboratorium unserer Atmosphäre zuweilen Ereignisse vorgehen, wodurch die der Rigidität fähigen Körper aus ihrem Zustande der Auflösung in elastisch-flüssigen Mitteln schnell in den Zustand der Festigkeit versetzt werden.

Filtriren. (Zus. zur S. 446. Th. II.) Da es in vielen Rücksichten nützlich und an manchen Orten nothwendig ist, selbst von dem gewöhnlichen Trinkwasser die darin enthaltenen Unreinigkeiten abzusondern, so wie dieß besonders in Paris geschehen muß: so kann man leicht denken, daß man zur Erreichung dieser Absicht auf eigene Vorrichtungen gedacht hat. Die Bürger Smith und Cuchet zu Paris haben endlich einen Filtrirapparat gefunden, der allen übrigen Einrichtungen dieser Art weit vorzuziehen ist. Die äußere Form dieses Apparats ist folgende: inwendig sieht man einen bleyernen Boden, welcher so befestigt ist, daß er sich nicht herausnehmen läßt. In einer Vertiefung in der Mitte desselben sind in einer Art von bleyernen Zapfen zwey Waschschwämme angebracht, durch die alles zu filtrirende Wasser hindurch muß. In ihnen läßt es die gröbsten erdigen Theile zurück, und sie müssen etwa alle acht Tage ausgewaschen werden. Den eigentlichen Filtrirapparat, welcher darunter liegt, halten die Erfinder geheim. Es wurde dieser Apparat im Jahre 1797. von dem Nationalinstitute untersucht, und

Rochon

Rochon befand sich mit unter den dazu verordneten Commissarien. Dieser bemerkte, daß Smith's Filtrum aus Kohlenstückchen, nach Lowitzen's Art, und aus einem zweyten Filtrirapparate aus kleingestoßenem und gewaschenem Tuffstein, der den ersten umgab, bestanden habe. Und dieß gestand auch Smith dadurch selbst ein, daß er erklärte, die Versuche welche Darbefeuille in Nantes öffentlich mit seinen Filtrirgeräthen angestellt habe, wären dieselben, welche man mit Smith's Apparate in Brest unternommen.

Darbefeuille's Filtrirkies besteht aus gleichen Theilen Holzkohlen und kohlensaurem Kalkstein, die wohl unter einander gemengt sind. Die Kohle wird zu Stücken von der Größe eines kleinen Nadelknopfs zerstoßen, und durch Schlemmen von allem Kohlenstaube befreyet, so daß sie zwischen die Finger genommen nicht mehr abfärbt. Eben so wird der Kalkstein zubereitet, wozu man recht harten und festen aussucht. Die Filtrirfässer waren 3 Fuß hoch und 1 Fuß weit, hatten ganz nahe am Boden einen Hahn, und 4 Zoll über dem Boden ein rundes hölzernes Gitter, das auf der obern Seite mit einem härenen Siebe überzogen war, und wurden bis 3 Zoll unter dem obersten Rande mit dem Filtrirkiese gefüllt. Nun goß man das unreinste Gassenwasser darauf, welches aus der Gosse des Stadthospitals oder dicht neben einer Lohgärberey geschöpft worden war. Es lief vollkommen klar und durchsichtig, ohne den geringsten Geruch und Geschmack heraus. In 1 Stunde sollen sich durch ein solches Faß über 120 Pinten schlammigen, stinkenden Wassers reinigen lassen.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik; B. XIII. S. 108 ff.

Fixsterne. (Zus. zur S. 482. Th. II.) Herr **Herschel** *), welcher sich einer neuen Methode, die Lichtstärke der Fixsterne zu bestimmen, bediente, ward dadurch den periodischen Lichtwechsel des Sternes α in Herkules gewahr. Aus einer Tafel, worin

*) Philos. Transact. 1796. P. II.

worin die Vergleichungen vom 18. May 1795. bis 27. May 1796., zuweilen von Tage zu Tage angegeben sind, erhellet, daß der Stern am 16. Sept 1795. das erste Mahl seine größte Lichtstärke, und zum vierten Mahle dieselbe am 14. May 1796. gehabt hat. Dieses gibt innerhalb 241 Tagen 4 Lichtwechsel, woraus die Dauer einer Periode von 60 Tagen 6 Stunden folgt. Ueber die Achsendrehung der Fixsterne hatte Herschel schon 1795. Bemerkungen mitgetheilt, es fehlte ihm aber damahls noch an Gelegenheit, seinen Gedanken durch wirkliche Beobachtungen zu bestärken. Die Entdeckung des periodischen Lichtwechsels von *α* Herkules verschaffte ihm diese Gelegenheit, und zeigte zugleich, daß jeder neue Zuwachs von veränderlichen Sternen auch unsere Kenntnisse vom Himmelsbaue bereichere. Er sieht die Achsendrehung der Sterne als einen Hauptzug in der Aehnlichkeit mit unserer Sonne an, und hält diese Drehung jetzt für eben so offenbar erwiesen, wie die von unserer Erde. Dunkle Flecken oder große Plätze auf der Oberfläche, welche weniger hell als die übrigen Theile sind, und nach gewissen Richtungen bald uns zugekehrt, bald von uns abgewandt werden, sind vollkommen hinreichend, alle Erscheinungen der periodischen Sterne zu erklären, so daß man nicht nöthig hat, sich noch andere Ursachen zu gedenken.

Flasche, geladene. (Zus. zur S. 508. Th. II.) Aldini *) stellte einige merkwürdige Versuche mit Kleistischen Flaschen an. Er hatte verschiedene gläserne Röhren, von welchen einige auf einer, andere auf beyden Seiten zugeschmolzen, einige ganz, andere bis auf zwey Drittheile ihrer Länge mit Wasser angefüllt waren. Von diesen umfaßte er eine unten mit der Hand, und belegte sie von außen, oben, etwas über der Stelle, wo im Innern die Flüssigkeit aufhörte, mit Metallbelegung. Diese näherte er dem Conduktor einer Elektrisirmaschine, und lud sie; so bald er nun den belegten Theil anfaßte, erhielt er einen beträchtlichen Schlag.

Es

*) Annali di chimica d. T. *Brugnatelli*. Tom. III. p. 135 sq.

Es ist unläugbar, daß sich diese Flaschen wesentlich von den gewöhnlichen unterscheiden, indem hier die innere Fläche mit der äußern in gar keine leitende Verbindung kommt; sie lassen sich aber leicht durch Vergleichung mit doppelten Flaschen, wo zwey gewöhnliche Flaschen eine in die andere gesetzt werden, erläutern. Bey welchen man auch einen Schlag erhält, so bald die äußern Belegungen beyder Flaschen berührt werden. Wird die Metallbelegung positiv elektrisirt, so wird das Wasser, so weit die Belegung geht, negativ. Es wird aber nur negativ, indem es seine natürliche Elektricität dem Wasser unter der Belegung abtritt; dieses wird daher positiv und bringt in der andern Seite des Glases, welche die Hand berührt, eine negative Ladung hervor.

Bey dieser Gelegenheit bemerkte Aldini, daß die Dünne des Glases viel zur Schnelligkeit, womit es sich laden läßt, beyträgt. Er konnte eine sehr dünne Glaskugel, welche vor der Lichtlampe geblasen war, ohne Metallbelegung schwach laden, und eben so die vorher erwähnten Versuche auch ohne Metallbelegung machen. Bey Leuchtröhren mit Quecksilber bemerkte Aldini oft schwache Erschütterungen, und glaubt dieses nun sehr leicht erklären zu können. Die Wirkung der Dicke des Glases zu belegten Flaschen ist indessen sehr lange schon bekannt gewesen.

(Zus. zur S. 510. Th. II.) Nach Cuthbersons Meinung rührt die Vergrößerung der Ladungsfähigkeit einer Flasche und einer Batterie durch die Feuchtigkeiten, welche sich auf der innern unbelegten Fläche des Glases niederschlagen, nicht, wie einige glaubten, davon her: daß die Feuchtigkeit als eine Belegung wirke, sondern bloß daher, daß die feuchten Theilchen in den Zustand kommen, oder vielmehr das Vermögen erhalten, einer Selbstentladung zu widerstehen, so daß sich eine stärkere Ladung als außerdem, in die Belegung hineinzwingen läßt.

G.

Galvanismus. (N. A.) Unter diesem Ausdrucke versteht man eine Wirkung einer gewissen Ursache (galvanischer Materie), welche durch eine gewisse Verbindung von Metallen und Feuchtigkeiten (der so genannten galvanischen Kette) entsteht. Ich habe bereits unter dem Artikel **Elektricität, thierische**, alle diejenigen Entdeckungen, welche damahls von dem Galvanismus bekannt waren, angeführt, und dabey zugleich bemerkt, daß verschiedene Naturforscher der Meinung waren, der Galvanismus sey eine bloße in der thierischen Oekonomie schon erregte Elektricität, daher der Nahme thierische Elektricität entstand; dagegen aber auch andere muthmaßten, der Galvanismus sey eine Wirkung einer ganz eigenen im thierischen Körper verbreiteten Materie. Da aber seitdem außer Zweifel gesetzt ist, daß der Galvanismus nicht allein in der organischen, sondern auch in der unorganischen Natur wirksam ist: so habe ich geglaubt, diesem so äußerst wichtig gewordenen Gegenstande einen eigenen Artikel zu widmen.

Volta hatte im Jahre 1794. verschiedene in dem Zusatze des Artikels, Elektricität, thierische, oben angeführte Versuche angestellt, und daraus geschlossen, daß die galvanische Aktion nichts weiter als Wirkung des elektrischen Fluidums sey, und sie durchdringe; daher man lieber **metallische Elektricität**, als thierische Elektricität sagen sollte. Inzwischen wurde Herr **Ritter** *) in Jena durch die merkwürdigen Versuche des Herrn **Ash, Gödeking** und **von Humboldt**, von welchen das merkwürdigste auch bereits bereits unter dem Artikel: **Elektricität, thierische** (Th. I. S. 991.) angeführt ist, auf den Gedanken geleitet, daß auch in der anorganischen Natur der Galvanismus wirksam sey. Dieß konnte nun unter keiner andern Bedingung behauptet werden, als wenn man völlig anorganische Körper auffinde, welche in ganz aus anorganischen Gliedern gebildeten, wirklich geschlossenen Ketten, gleichfalls Veränderungen (ihre Mischung u. s. w.) erleiden,

*) Gilbert's Annalen; B. II. S. 80 ff.

den, welche, wenn sie beym Mangel des Geschlossenseyns dieser nicht ausgesetzt sind. Seine ersten Versuche, welche dieses erweisen, sind folgende.

Wenn man auf eine Glastafel 6 bis 8 Tropfen destillirten Wassers setzt, in dieses Wasser in einer Entfernung von 3, 4 bis 6 Linien die glatt gefeilten Grundflächen zweyer Stäbe von verschiedenen Metallen bringt, ohne daß man dieselben oben durch ein drittes Stück mit einander verbindet, und dadurch das bildet, was man bey galvanischen Versuchen die Kette nennt: wenn man ferner auf dasselbe Glas in einiger Entfernung von den erstern eine gleiche Menge Wasser setzt, zwey andere Stäbe derselben Metalle in die nämlichen Zustände versetzt, diese letztern aber oben durch ein drittes Stück verbindet, damit die Kette geschlossen werde: so wird der Erfolg bey einer Temperatur von 10 bis 15° Reaum. nach 5 bis 6 Stunden dieser seyn: waren nämlich die beyden Metalle Zink und Wismuth, oder Zink und Silber, so wird man in der ungeschlossenen Kette nur sehr wenig entstandenes Oxyd, und zwar Zinkoxyd antreffen, indessen in der geschlossenen die Menge desselben sehr beträchtlich ist. Bey Zinn und Silber wird man in der ungeschlossenen Kette nur sehr wenig entstandenes Oxyd, und zwar Zinkoxyd, antreffen, indessen in der geschlossenen die Menge desselben sehr beträchtlich ist. Bey Zinn und Silber wird in der ungeschlossenen Kette meist keine Spur von oxydirtem Zinne wahrzunehmen, in der geschlossenen aber die Oxydation sehr stark seyn. Kupfer allein oder mit Reißbley in der ungeschlossenen Kette, wird einen röthlichen Fleck zeigen, der in der geschlossenen weit stärker ist; eben so Wismuth. In einem Versuche fand er sogar um das Silber herum, welches er mit krystallisirtem Braunsteinoxyd auf ähnliche Art behandelte, etwas Kalk entstehen, der schwärzlich war, weil der Versuch im Tageslichte angestellt wurde. — Da Wärme, wie bekannt, chemische Operationen sehr vielfältig begünstiget, so kam Ritter auf den Gedanken, auch hier von ihrem Einflusse Gebrauch zu machen, und wirklich gelang es ihm, bey einer Temperatur von

70 bis 80° Reaum. das in 4 bis 6 Minuten darzustellen, auf was er sonst wenigstens eben so viele Stunden warten mußte. Sehr oft sah er nun den Zink in der geschlossenen Kette die stärkste Oxydation, während der in der ungeschlossenen Kette kaum noch Zeit gehabt hatte, eine Spur davon zu bilden.

Aber was ist, sagt Herr Ritter, das Gemeinsame dieser Erscheinungen anders, als: Bestimmung einer sich im Produkte als chemisch äußernden Thätigkeit, durch dieselben Bedingungen, deren Resultat die irritable Faser contrahirt; was anders, als: Galvanismus in der anorganischen Natur wie in der organischen. Dasselbe Metall wird hier in seiner Oxydabilität erhöht, auf dessen Seite im Galvanisiren thierischer Theile ein reizbares Organ am stärksten oder allein contrahirt wird; dasselbe Metall, welches, wenn das mit ihm verbundene andere in Säuren aufgelöset wäre, dieses aus denselben metallisch niedergeschlagen würde, gleichsam als wäre es eine Kraft, welche Muskelfasern erschüttert, und Metalle in ihre Elemente auflöset.

Der Herr von Humboldt hatte in seinem Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser B. II. S. 454. durch einen Versuch erwiesen, daß die Nerven durch positive Elektricität eben so wie durchs Galvanisiren erschüttert werden. Dieselbe Erscheinung fand auch Herr Ritter bey der negati ven Elektricität. Wenn man nämlich auf einer Glastafe von zwey frischen, wie für galvanische Versuche präparirte Froschschenkeln, den Nerven des einen auf eine Platte Sil ber, den andern auf eine Platte Zink legt, und beyde Plat ten durch ein Stück Metall, etwa Eisen, verbindet, oder si unmittelbar in Berührung bringt: so wird man hierbey ge wöhnlich, so bald die Schenkel oder ihre Nerven nicht noc sonst wo mit einander verbunden werden, keine Zuckunge bemerken. Nun lade man eine Leidner Flasche entweder s weit, daß sie, wenn sie jetzt entladen würde, noch keine mer liche Commotion gäbe, oder lade sie stark und entlade sie vo her, und bringe nun, indem man die Flasche an der äuße

Bel

Belegung faßt, den Knopf mit dem einen von den sich berührenden Metallen in Berührung. Ist die innere Belegung positiv geladen, so werden bey starker Ladung zwar beyde Schenkel, anfangs scheinbar gleich stark, bewegt werden, bey wiederhohlten Berührungen aber wird deutlich die Contraktion des Schenkels schwächer werden, dessen Nerve auf dem Silber liegt, und bald wird sie zum Verschwinden aller Contraktionen nur noch in dem mit dem Nerven auf dem Zink liegenden Schenkel allein zu sehen seyn. Ist die Ladung der genannten Belegung hingegen negativ, so wird das Verhältniß gerade das umgekehrte seyn, d. i. am stärksten, und dann ganz allein wird der mit seinen Nerven auf dem Silber liegende Schenkel zucken. Legt man zwey Schenkel mit ihren Muskeln, den einen auf Silber, den andern auf Zink, so wird bey positiver Elektricität der auf dem Silber liegende Schenkel am stärksten oder allein contrahiret werden; nur gehören hier bey gleichen Erregbarkeiten stärkere Mengen Elektricität dazu, um gleiche Wirkungen hervor zu bringen. Dessen ungeachtet meint Herr Ritter, werden wir hieraus, wenigstens hieraus allein nicht, auf die Identität des Princips galvanischer Wirksamkeit mit dem der elektrischen schließen dürfen, da genauere Beobachtungen der Phantasie Schranken setzen. Dagegen werde ein desto freyeres Spiel derselben als Vorläufer der Wahrheit vergönnt seyn, wenn es, was mehr als wahrscheinlich sey, bald seyn sollte, daß die entgegengesetzten Elektricitäten auch für wirkliche Stimmung chemischer Processe, sich eben so entgegengesetzt verhielten.

Der Herr von Arnim *) wurde durch die merkwürdigen Versuche des Herrn Ritter's aufgemuntert, Experimente über die Wirkung der Kettenverbindung auf die Beschleunigung des chemischen Processes anzustellen, deren Resultate diese sind:

1) Die Wirkung der Berührung verschiedener Körper auf ihre Oxydation findet auch bey Nichtleitern, die Wirkung der Kettenverbindung nur zwischen Leitern der Elektricität

 Statt.

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. V. S. 52 ff.

Statt. Der Herr von Arnim bemerkt, daß aus dem Afhchischen vom Herrn von Humboldt bestätigten Versuche über die Oxydation des Zinks auf dem Glase das Gegentheil des erstern zu erhellen scheine. Zur Prüfung legte er eine Stange Schwefel auf einen starken, polirten Eisendraht; einen zweyten Draht mit einem gleichen Stücke Schwefel, doch ohne daß sich beyde berührten, in ein anderes Glas; beyde setze er einer mäßigen Erwärmung aus. Nach einiger Zeit war das Eisen im ersten Glase ganz mit schwarzem Eisenoxyd überzogen, das sich nur an der einen Seite, aber wenig mit dem Schwefel verbunden hatte. Wenn er dagegen Schwefel in die Kette brachte, war sie völlig unwirksam. Dieser oxydirten Wirkung des Schwefels schreibt von Arnim auch die reitzende Wirkung auf das Keimen des Saamens zu, welche der Herr von Humboldt beobachtete.

2) Die Wirkung des Schwefels in der Beförderung der Oxydation steht in Verhältniß mit seiner Verwandtschaft gegen das Metall. — Auf Eisen, Quecksilber und Zink legte er Schwefelstangen, übergoß sie mit Wasser, und brachte alle in eine gleiche Temperatur; dieselben Metalle legte er einzeln in drey andere mit Wasser gefüllte Gläser. Nach gleicher Zeit war das Eisen viel stärker als in diesen, das Quecksilber etwas mehr, das Zink gar nicht mehr als in diesen verkalkt.

3) Auch die Kettenverbindung bedarf zur stärkern Oxydation im Wasser die Gegenwart der atmosphärischen Luft. — Fabroni habe die Nothwendigkeit ihrer Gegenwart in den Berührungsversuchen bemerkt. Um nun zu versuchen, ob dasselbe auch in den Kettenverbindungen Statt finde, bedeckte er die Oberfläche des Wassers der einen mit Oehl, die andere blieb frey. Nur bey der letztern konnte er verstärkte Oxydation bemerken. Die Wirkung der Gegenwart der Luft zeigte sich ihm auch bey der Auflösung des Zinks in Quecksilber. Zwey gleiche Glasröhren, die auf Quecksilber standen, worauf Zinkstangen lagen, wurden mit Wasser gefüllt; die eine war über dem Wasser zugeblasen, die andere offen. Da nun Oxydation die Amalgamation verhindert, so hatte sich in dem

dem verschlossenen Gefäße noch ein Mahl so viel Zink aufgelöset, als in dem andern.

4) Auch mit der Berührung der Luft wirkt das Oxyd eines Metalles von geringerer Anziehung zum Sauerstoffe oxydirend auf die Berührungs- wie auf die Kettenversuche. — Fabroni habe diese Wirkung nur beym Ausfluß der Luft gefunden. Er legte schwarzen oft ausgewaschenen Silberkalk in zwey Gläser: in das eine brachte er eine Kettenverbindung aus Eisen und Zink; in das andere beyde Metalle, aber ohne Verbindung; in ein drittes Glas brachte er ebenfalls jene Kettenverbindung; in ein viertes die Metalle getrennt; alle vier wurden mit Wasser gefüllt. Kein Versuch, sagt Herr von Arnim, kann geschickter seyn, die Wirkung der Kettenverbindungen darzuthun, als dieser. In dem ersten Glase war sonst die ganze Oberfläche wie ein Stern mit Zinkoxyd bedeckt, auch war viel auf den Boden des Gefäßes gefallen; es war viel mehr Zinkkalk, als in allen übrigen erzeugt, auch in dem zweyten hatte sich mehr als im vierten gebildet. Ob der Silberkalk wirklich zum Theil entsauerstofft werde, konnte er wegen der Vermischung mit dem Zinkkalke nicht entscheiden. Das Hornsilber schien mehr reducirt dadurch. Eben diese Erscheinungen zeigten ihm auch die Berührungsversuche.

5) Die Kettenverbindung und die Berührung wirken nicht nur oxydirend auf das oxydirbare Metall, sondern sie verhindern auch die Oxydation des weniger oxydirbaren. — Er hatte schon einige Mahl bemerkt, daß in den Kettenverbindungen aus Eisen und Zink jenes weniger als bey der Trennung verkalkt werde, und bemühte sich daher, diesen Unterschied noch sichtbarer zu machen. Dieß gelang ihm auf mehrere Art. Zuerst in Gläsern, worin Silberkalk lag. Noch besser, wenn er statt des Wassers salpetersaure Silberauflösung mit vielem Ueberschusse an Säure nahm. Nachdem er beyde, so wohl die Kette, als die beyden einzelnen Metalle, gleiche Zeiten hatte auflösen lassen, wobey er in der Stärke des Aufbrausens keinen sehr merklichen Unterschied

wahrnahm, war die Flüssigkeit der Kette grün, die leztere gelb, das Eisen hatte folglich in der Kette einen geringern Grad der Oxydation angenommen. Auch schien es ihm, als wenn sich bey der Reduktion des Kupfers aus der Verbindung mit Schwefelsäure durch Eisen und Zink mehr Kupfer an das Zink in der Kette, als an das einzelne Zink angesezt, aber weniger Kupfer an das Eisen in der Kette, als an das einzelne Eisen angesezt habe; doch waren diese Unterschiede nicht so groß, daß sie nicht auch durch zufällige Umstände hätten hervorgebracht werden können. Auf die stärkere Oxydation des oxydirbaren Metalls wirke die Kettenverbindung ebenfalls stark. Er legte Eisen und Zink verbunden in salzige Säure, und auch getrennt in ein anderes Gefäß. Die Kettenverbindung schien etwas stärker aufzubrausen. Nach einer Stunde schwamm eine Menge schwarzen unvollkommenen Zinkoxyds in den andern, aber in diesem nur sehr wenig, und selbst das war grau.

Einen auffallenden Erfolg hatte auch der Versuch, als er in zwey Gläser voll gesättigten schwefelsauren Eisens, in das eine Kupfer und Eisen verbunden, in das andere getrennt stellte. Beyde suchte er in gleiche Wärme zu bringen, und nach einigen Stunden war das Kupfer in der Verbindung, so weit es in der Flüssigkeit stand, schwarz, das andere gelb überzogen, auf dem Boden beyder Gefäße lag viel gelber Eisenkalk.

Nachdem **Volta** die so genannte Batterie entdeckte, erhielt man dadurch gleichsam einen Schlüssel, weit tiefer in die Natur einzudringen, und eine große Menge von Processen zu entdecken, welche einzelne Kettenverbindungen hervorzubringen nicht im Stande waren. Mit Recht betrachtete man die Zusammensetzung der Batterie als eine Verbindung mehrerer einzelner Ketten, und es ließ sich also daraus schließen, daß die Wirkung des Galvanismus bey Vermehrung der Schichten auch beträchtlicher ausfallen müsse. Die überaus mannigfaltigen Erscheinungen an der Batterie haben verschiedene Theorien über den Galvanismus veranlaßt. Um aber diese mit hinreichender Deutlichkeit übersehen zu können,

ist

ist es unumgänglich nothwendig, noch einige wichtige Resultate, die man durch die Batterie aufgefunden hat, vorher kürzlich anzuführen.

Einen besonders merkwürdigen Einfluß hat der Galvanismus auf thierische und vegetabilische Substanzen. Herr Grimm sah die anfangende Gährung im Ungarweine durch eine galvanische Kette beschleunigt, und der Herr von Arnim hat dadurch gewöhnlichen rothen französischen Wein und Bier in zwey Stunden völlig gesäuert, und Pflanzenschleim bald nach einander erst in eine weinige, dann in die faule Gährung übergehen lassen. Nach des Herrn von Arnim's Beobachtungen faulte Blut dadurch sehr schnell, und der Harnstoff des Urins, welcher sich als eine weiße Masse an den Hydrogen-Golddraht anlegte, roch schon nach zwey Stunden so unangenehm, wie sonst, bey dem Grade der Wärme, erst nach Wochen. Eyweiß und noch schneller Eydotter nahmen bald einen unangenehmen Geruch an. Die Erscheinungen, welche hierbey die Stoffe darbothen, waren mannigfaltig. Das Eyweiß verwandelte sich an der Hydrogenseite in eine weiße, schaumige, undurchsichtige Masse, der durch Kochen in der Gerinnung ähnlich; an der Oxygenseite legte er sich nur in einer etwas dichtern, aber völlig durchsichtigen Masse an. Das Eydotter legte sich an beyde Drähte an: es wurde an der Oxygenseite etwas dunkler gelb, an der Hydrogenseite etwas weißer, und die Gasentwickelung war sehr gering. Samenfeuchtigkeit verhielt sich ganz wie Eyweiß, nur griff sie durch die deutlich darin gebildete oxydirte Salzsäure das Gold stark an. Zuckerauflösung färbte sich nicht goldgelb, ungeachtet an dem Oxygenpole sehr viele oxydirte Salzsäure sich gebildet hatte. Muskelfaser verdarb sehr schnell.

Außer diesen und andern chemischen Einwirkungen des Galvanismus auf mancherley Stoffe hat auch der Herr Professor **Ermann** [a]) in Berlin die eben so wichtigen physischen Erscheinungen hierbey einer nähern Untersuchung unterworfen.

a) Gilbert's Annalen der Physik; B. X. S. 1 ff.

worfen. Er stellte folgende aus sehr vielen Thatsachen gefolgerte Sätze auf: 1) das Wasser ist ein schlechter Leiter der Elektricität im galvanischen Apparate; je reiner, desto geringer ist das Leitungsvermögen desselben, und mit diesem Leitungsvermögen steht die Intensität der chemischen Wirkung im geraden Verhältnisse. Das Wasser leitet an und für sich die an einem Pole der Voltaischen Säule freygewordene Elektricität vollkommen: so daß, wenn man bloß diesen Pol mit dem einen Drahte eines Gasapparates in Verbindung setzt, dieser Pol sich durch Berührung des andern aus der Röhre hervorragenden freystehenden Drahtes völlig entladen läßt. So bald aber beyde Drähte des Gasapparats mit beyden Polen der Batterie in Verbindung gebracht werden, ist Alles geändert, und es tritt dann dieß oben erwähnte Gesetz ein.

2) Die Wassersäule, welche sich im Gasapparate zwischen den beyden Batteriedrähten befindet, erhält während des galvanischen Processes wirklich Elektricität. Diesen Satz bewiesen mehrere Thatsachen, aus welchen zugleich folgte, daß bey der Gas- und Oxyderzeugung, nicht die Elektricität, oder wenigstens nicht alle Elektricität, so verwendet wird, daß sie aufhören sollte, ihre physischen Wirkungen zu äußern. Hätte sich wirklich gefunden, daß alle elektrische Erscheinungen bey der Wasserzersetzung aufhörten, so wäre die chemische Zersetzung der elektrischen Materie und ihre Concurrenz zur Gaserzeugung durch ihre eigene Entmischung und Abtretung ihrer Bestandtheile erwiesen gewesen. Gleichwohl sey es aber doch noch sehr denkbar, daß die Wassersäule nur den Ueberschuß des nicht verwendeten elektrischen Fluidi anzeige, und überdem schienen die elektrischen Erscheinungen wirklich schwächer zu werden, je mehr Wasserzersetzungen an einer Batterie Statt fänden.

3) Metallische Leiter, welchen die galvanische Einwirkung in der Kette durch Wasserschichten zugeführet wird, zeigen immer Polarität in Rücksicht auf die chemischen Wirkungen. — Diese Erscheinung hat die auffallendste Aehnlichkeit mit dem

dem Spiele der Atmosphären bey Elektrisirung durch Vertheilung. Ein Leiter unter diesen Umständen der oxydgebenden Spitze der Batterie genähert, theilt sich in drey Theile oder Zonen, wovon die der Oxydspitze zunächst liegende Gas gibt, die entgegengesetzte Oxyd erzeugt, die mittelste aber indifferent bleibt und weder Gas noch Oxyd liefert.

4) Die Wassersäule im Gasapparate hat nicht in ihrer ganzen Länge eine gleichnahmige Elektricität, sondern zeigt dieselbe Polarität als eine an die Pole der Batterie angebrachte hänfene Schnur, und andere Halbleiter der Elektricität, welche **Volta** unter der Benennung von Leitern der zweyten Art begreift.

5) Die Mitteldrähte im Gasapparate zeigen ihrer ganzen Länge nach nur die Elektricität desjenigen Theils der Wassersäule, worin sie sich befinden, ungeachtet sie in zwey entgegengesetzten Zuständen sind. So gibt z. B. das Knie eines Drahtes Oxyd, die Spitze Gas, indeß der ganze Draht nur negative Elektricität zeigt, weil er sich in der [illegible]ion des negativen Drahtes befindet. — Dieses allgemein ausgedrückt, gibt folgenden sehr paradoxen Satz: Es existirt kein beständiges Verhältniß weder zwischen wahrgenommenen — E und Gaserzeugung, noch zwischen wahrgenommenen + E und Oxydation. Die Beobachtungen an den Polardrähten der Säule haben veranlaßt, daß man dieses Coexistiren des wahrgenommenen + E mit Oxydation, und des — E mit Gaserzeugung als Gesetz aufgestellt, und sogar im wissenschaftlichen Sprachgebrauche die Benennungen: positiver und Oxydpol, negativer und Gaspol als völlig synonym betrachtet hat. Allein sehr viele Versuche zeigten dem Herrn **Ermann** ganz bestimmt, daß eine Metallspitze sehr viel Oxyd geben, und doch zugleich sehr starkes — E haben, und umgekehrt viel Wasserstoffgas geben, und doch + E seyn könne.

Herr **Volta** war der erste, welcher behauptete, daß der Muskelreitz weiter nichts, als eine elektrische Wirkung sey, welche durch die wechselseitige Berührung der Metalle, die den erregenden Bogen bildeten, hervorgebracht würde.

Die

die zur Grundlage seiner scharfsinnigen Theorie dienenden Versuche sind kürzlich folgende.

Der Hauptversuch, oder derjenige, aus welchem alle übrigen sich herleiten lassen, ist dieser: Wenn zwey isolirte verschiedenartige Metalle, die nur ihre eigene natürliche Elektricität haben, mit einander in Berührung gebracht werden, so zeigen sie nach ihrer Trennung von einander einen verschiedenen elektrischen Zustand; das eine Metall ist nämlich positiv, das andere negativ elektrisch. Dieser Unterschied ist zwar nach jeder Berührung sehr geringe; wird aber die Elektricität durch einen elektrischen Condensator nach und nach angehäuft, so erhält sie endlich Stärke genug um die Fäden eines Elektrometers sehr merklich zur Divergenz zu bringen. Die Wirkung äußert sich indessen bloß bey der Berührung der Metalle, und sie dauert so lange fort, als die Berührung selbst; aber die Intensität derselben ist nicht bey allen gleich stark. Z. B. bey der gegenseitigen Berührung des Kupfers und Zinks wird jenes negativ, und dieses Metall positiv elektrisch.

Nachdem Volta die Erzeugung der Elektricität unabhängig von einem feuchten Leiter erwiesen hatte, wandte er nun auch die Leiter an.

1) Wenn man einen Streifen von Kupfer und Zink an den Enden zusammenlöthet, dann das Zinkende des Streifens zwischen die Finger nimmt, und mit dem andern Kupferende den obern Teller eines Condensators, der gleichfalls von Kupfer ist, berührt: so wird dieser negativ geladen.

2) Hält man dagegen das Kupferende in der Hand und berührt den obern Kupferteller des Condensators mit dem Zinkende: so hat solcher nach aufgehobener Berührung, und wenn man ihn von dem untern Teller weghebt, keine Elektricität erhalten, wenn jener auch gleich mit der Erde in Verbindung war.

3) Legt man aber zwischen den obern Teller und das Zinkende ein mit reinem Wasser getränktes Papier oder irgend

gend einen feuchten Leiter: so ladet sich der Condensator mit positiver Elektricität.

4) Er ladet sich gleichfalls, aber negativ, wenn man den mit dem feuchten Leiter belegten Teller mit dem Kupferende berührt, indem man das Zinkende in der Hand hält.

Diese Thatsachen erklärt **Volta** auf folgende Art: die Metalle, und wahrscheinlich alle Körper in der Natur, äußern eine gegenseitige Wirkung auf ihre beyderseitigen Elektricitäten von dem Augenblicke an, da sie sich berühren. Hält man den vorigen Metallstreifen an seinem Kupferende, so geht ein Theil seiner Elektricität in das entgegengesetzte Zinkende. Steht dieses aber in unmittelbarer Berührung mit einem Condensatordeckel aus Kupfer, so strebt auch dieser mit gleicher Stärke, sich eines Theils seines elektrischen Fluidums in dem Zink zu entledigen; der Zink kann also dem Condensatordeckel nichts mittheilen, und dieses muß sich nach aufgehobener Berührung im natürlichen elektrischen Zustande befinden. Legt man hingegen ein feuchtes Papier zwischen das Zinkende des Streifens und die Kupferplatte des Condensators: so wird dadurch das Streben der Elektricität nach Bewegung, welche nur in gegenseitiger Berührung der Metalle Statt hat, zwischen dem Deckel und den Zinnstreifen aufgehoben. Das Wasser, welches in Vergleich mit Metallen jene Elektricität-erregende Eigenschaft nur in sehr geringem Grade besitzt, hält den Uebergang des elektrischen Fluidums des Zinks zum Condensator nur sehr wenig auf, und dieser kann sich daher positiv laden. Berührt man endlich den Condensator mit dem Kupferende des Streifens, so hindert das dazwischen gelegte Papier, dessen eigenthümliche Wirkung sehr geringe ist, die Metallplatte des Condensators nicht, einen Theil ihrer positiven Elektricität in das Zinkende übergehen zu lassen; und wird nun die Berührung aufgehoben, so befindet sich der Condensator negativ geladen.

Hieraus sucht nun **Volta** die Wirkungen seiner Säule zu erklären. Man nehme an, diese Säule sey auf einem isolirenden Körper erbauet, und es sey der Ueberschuß der

Elektri-

Elektricität zwischen einer Zinkplatte und einer Kupferplatte, die sich einander unmittelbar berühren, durch die Einheit ausgedruckt. Besteht die Säule aus zwey Metallplatten, deren untere Kupfer, die obere Zink sey, so kann man den elektrischen Zustand der erstern durch $-\frac{1}{2}$ und den der andern durch $+\frac{1}{2}$ ausdrücken. Setzt man noch eine dritte Platte, und zwar eine kupferne hinzu, so muß man diese, wenn eine Vertheilung des elektrischen Fluidums Statt finden soll, durch eine feuchte Pappe von der obern Zinkplatte trennen; dann aber auf die Kupferplatte den nämlichen elektrischen Zustand als jener Zinkplatte erhalten, in so fern man nämlich keine Rücksicht nimmt auf die eigene Wirkung des Wassers, die übrigens sehr gering zu seyn scheint, so wie eben auch auf den etwannigen sehr unbedeutenden Widerstand, welchen diese Feuchtigkeit, als ein unvollkommener Leiter der Elektricität, der Mittheilung entgegensetzen könnte. Da die Säule isolirt ist, so kann die oberste Platte ihren Ueberschuß an Elektricität nur auf Unkosten des unten liegenden Kupfers erhalten. Nun sind aber die gegenseitigen Zustände dieser Metallplatten nicht mehr die nämlichen, wie im vorigen Versuche, sondern folgende:

Der Zustand der untern Kupferplatte ist $-\frac{2}{3}$

Der Zustand der darauf liegenden Zinkplatte muß folglich $-\frac{2}{3}+1=\frac{1}{3}$ seyn.

Die dritte Platte, welche von Kupfer ist, und die durch eine angefeuchtete Pappe von der vorigen getrennt ist, wird die nämliche Quantität Elektricität besitzen, nämlich $+\frac{1}{3}$; und die Summe der Elektricitäten, welche die erste Platte verloren hat, und welche die zwey andern Platten erhalten haben, wird noch immer 0 seyn, wie vorhin bey den zwey Platten.

Legt man noch eine vierte Platte hinzu, welche aus Zink seyn muß, so wird diese eine Einheit mehr haben, als diejenige Kupferplatte, worauf sie unmittelbar liegt, und da sie diesen Ueberschuß nicht anders erhalten kann, als auf Unkosten der untersten Platte, weil die ganze Säule isolirt ist: so ist nun der Zustand

für

für die unterste kupferne Platte = — 1
für die zweyte auf ihr ruhende Platte von Zink = 0
für die dritte Platte, die von Kupfer, und von der vorigen durch nasse Pappe getrennt ist, = 0, so daß sich dieses und die vorige Platte in ihrem natürlichen Zustande befinden; endlich
für die oberste Zinkplatte, die mit der vorigen in Berührung steht, = + 1.

Wenn man so fortschließt, so findet man leicht den elektrischen Zustand einer jeden Platte einer isolirten und aus einer willkürlichen Anzahl von Platten zusammengesetzten Säule. Die Quantitäten von Elektricität werden für jede Platte vom Anfange bis zum Ende der Säule in einer arithmetischen Progression wachsen, deren Summe = 0 ist.

Nimmt man die Anzahl der Platten gerade, so ist es leicht, sich zu überzeugen, daß die unterste Kupferplatte und die oberste Zinkplatte einerley Grad von Elektricität haben müssen, die eine positive, die andere negative; und das nämliche wird von je zwey Platten gelten, die beyde in gleichmäßigen Entfernungen von den Enden der Säule genommen werden. Vor dem Uebergange von dem positiven Zustande in den negativen wird die Elektricität Null, und es werden immer zwey Platten, eine von Zink, die andere von Kupfer im natürlichen Zustande seyn müssen; diese wird man in der Mitte der Säule finden.

Es werde nun das untere Ende der Säule mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt. Die unterste Kupferplatte, welche negativ elektrisch ist, strebt das, was sie an Elektricität verloren hat, wieder zu erlangen, kann aber ihren elektrischen Zustand nicht ändern, ohne daß sich auch der elektrische Zustand der obern Platte mit ändert, weil der Unterschied ihrer Elektricitäten im Zustande des Gleichgewichtes immer derselbe seyn muß. Daher werden denn alle negativen Größen der untern Hälfte der Säule vermittelst der Erde in ihren absolut elektrischen Zustand zurück gebracht, und die unterste Platte von Kupfer wird einerley Grad von Elektri-

cität mit dem Boden annehmen. Die zweyte Platte von Zink, welche unmittelbar die vorige berührt, wird + 1 haben; die dritte Kupferplatte, welche durch angefeuchtete Pappe vom Zink getrennt ist, hat, wie sie, + 1; die vierte Platte, welche von Zink ist und die vorige berührt, wird + 2 haben, und auf diese Weise werden die Quantitäten der Elektricität der verschiedenen Platten nach einer arithmetischen Progression wachsen.

Berührt man jetzt mit einer Hand die oberste Platte der Säule, und mit der andern die unterste, so werden sich diese Unterschiede von Elektricität durch die Organe des Körpers in das gemeinschaftliche Reservoir (die Erde,) entladen, und um so mehr eine starke Erschütterung im Körper verursachen, da sich dieser Versuch nun vermittelst des Erdbodens ersetzen kann, und da folglich ein elektrischer Strom entstehen muß, der sich im Innern der Säule mit so viel größerer Geschwindigkeit, als in den Organen, welche nur unvollkommene Leiter sind, bewegt, daß dadurch der innere Theil der Säule eine Spannung annehmen kann, die derjenigen gleicht, die er im Zustande des Gleichgewichtes hatte.

Wenn man während dieser Verbindung der untersten Platte mit der Erde das obere Ende der Säule mit dem obern Teller eines Condensators, dessen unterer Teller mit dem Boden in leitender Verbindung steht, in Berührung bringt: so wird die Elektricität dieses obern Endes, die doch immer nur einen geringen Grad von Spannung hat, in den Condensator übergehen, wo die Spannung für Null angesehen werden kann. Da aber die Säule jetzt nicht isolirt ist, so wird sich dieser Verlust durch die Erde wieder ersetzen; die neuen Quantitäten von Elektricität, welche so die obere Platte unausgesetzt erhält, gehe, wie die vorigen, in den Condensator über, und häufen sich endlich dergestalt in dem sammelnden Teller an, daß man sehr deutliche elektrometrische Anzeigen, sogar Funken, daraus erhalten kann. Was die Gränzen dieser Anhäufung betrifft: so ist es offenbar, daß sie von der Dicke des dünnen Harzüberzuges, welcher die beyden Me-

tallteller des Condensators von einander trennt, abhängt. Vermöge ihrer kann die in den sammelnden Teller angehäufte Elektricität auf die Elektricität des untern Tellers nur in einiger Entfernung wirken, und sie ist daher immer beträchtlicher, als diejenige, welche ihr in der letztern das Gleichgewicht hält. Daher entsteht dann in dem sammelnden Teller eine kleine Spannung, welche die Spannung an dem obersten Ende der Säule zur Gränze hat.

So wie sich die Elektricität der Säule in dem Condensator anhäuft, wird sie sich auch in dem Innern einer Leidner Flasche, deren äußere Fläche mit der Erde in Verbindung steht, anhäufen; und da sich die Säule, so wie sie sich entladet, auf Unkosten der Erde wieder entladet, so wird sich auch die Flasche weiter laden, was sie auch für eine Capacität habe. Allein die innere Spannung derselben kann nie stärker werden, als diejenige ist, welche am obersten Ende der Säule Statt hat. Nimmt man nun die Flasche weg, so muß sie eine dem Grade von Spannung correspondirende Erschütterung geben, welches auch durch die Erfahrung vollkommen bestätiget wird.

Diese Erscheinungen müssen alle so geschehen, wenn man die Wirkung des Wassers auf Metalle als etwas sehr Geringes übergeht, und wenn man annimmt:

1) daß der Uebergang des elektrischen Fluidums in der isolirten Säule von einem Plattenpaare zum andern durch die nassen Pappscheiben, welche jene von einander trennen, geschehe, wenn auch zwischen beyden Enden der Säule keine Verbindung Statt hat; und

2) daß der Ueberschuß an Elektricität, den der Zink vom Kupfer erhält, für diese beyden Metalle constant sey, sie mögen sich nun im natürlichen Zustande befinden, oder nicht.

Volta unterstützt den ersten Satz durch einen Versuch, der bereits angeführt ist, und wobey sich der Condensator ladet, wenn man den mit nassem Papiere bedeckten sammelnden Teller mit den Kupferenden eines metallischen Streifens berührt, dessen anderes Ende von Zink in der Hand gehalten wird.

Was die zweyte Voraussetzung betrifft, so ist es die einfachste, welche man aufstellen kann. Hätte man sich überzeugen wollen, wie weit sie mit der Natur übereinstimmt, so wäre eine Reihe sehr feiner Versuche erforderlich gewesen.

Diese nämliche Theorie läßt sich auf zwey andere Metalle, außer Kupfer und Zink, anwenden, und die Wirkungen der verschiedenen Plattenpaare, aus denen man sie erbauete, werden von den Unterschieden der Elektricität abhangen, welche im Augenblicke der Berührung zwischen ihnen entstehen.

Das vorhin Gesagte erstreckt sich gleichfalls auf alle andere Körper, zwischen welchen eine ähnliche Wirkung Statt haben kann. Ist gleich im Allgemeinen diese Wirkung zwischen Flüssigkeiten und Metallen sehr geringe, so gibt es doch einige Flüssigkeiten, wie z. B. das liquide Schwefelalkali, wo die Wirkung der Metalle sehr bemerkbar wird.

Volta hat in dieser Rücksicht zwischen den Metallen ein sehr merkwürdiges Verhältniß entdeckt, welches den Bau einer Säule mit diesen Substanzen allein unmöglich macht.

Legt man nämlich die Metalle nach folgender Ordnung über einander: Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Bley, Zink, so wird jedes derselben durch die Berührung mit dem vorangegangenen positiv, und mit dem folgenden negativ elektrisch; die Elektricität geht daher vom Silber zum Kupfer, vom Kupfer zum Eisen, vom Eisen zum Zinn u. s. w. fort. Dabey zeigt sich, daß die erregende Kraft des Silbers gegen den Zink der Summe der erregenden Kräfte der Metalle, welche in der ganzen Reihe zwischen beyden liegen, völlig gleich ist; woraus sich dann ergibt, daß, wenn man sie in dieser, oder in irgend einer beliebigen Ordnung mit einander in Berührung setzt, die äußersten Metalle immer in dem nämlichen Zustande seyn werden, als wenn sie sich unmittelbar berührten; und daß man daher, man mag irgend eine Anzahl Glieder annehmen, die so geordnet sind, daß deren äußerste Enden z. B. Silber und Zink sind, die nämlichen Resultate erhalten würde, als wenn diese Glieder bloß aus

jenen

jenen beyden Metallen gebildet wären; d. h., man würde gar keine Wirkung, oder eben dieselbe erhalten, welche ein einzelnes Glied hervorgebracht haben würde.

Bis jetzt scheint es, daß diese Eigenschaft sich auf alle feste Körper erstreckt; allein zwischen festen und tropfbar flüssigen findet sie nicht Statt. Eben daher gelingt die Construction der Säule durch Zwischenlegen von Flüssigkeiten. Daher entsteht Volta's Eintheilung der Leiter in zwey Klassen, wovon diese erste die festen Körper, die zweyte die Flüssigkeiten begreift. Auch hat man bis jetzt diese Säulen nur durch eine schickliche Anordnung der Körper aus diesen beyden Klassen erbauen können. Der Bau einer Säule mit Körpern erster Klasse allein ist etwas Unmögliches; mit der gegenseitigen Wirkung der Körper, welche die zweyte Klasse ausmachen, sind wir noch nicht genau genug bekannt, um zu entscheiden, ob von ihnen eine gleiche Behauptung gilt.

Braucht man statt des Wassers, womit die Pappscheiben benetzt werden, eine Salzauflösung: so wird die Erschütterung zwar unvergleichbar stärker; aber die durch das Elektrometer angegebene Spannung scheint wenigstens nicht in gleichem Verhältnisse zuzunehmen. Volta hat diese Thatsache vermittelst seines Glasapparats erwiesen, worin er erst reines, dann gesäuertes Wasser hineingoß.

Er schließt aus diesem Versuche, daß die Säuren und Salzauflösungen die Wirkung der Säule dadurch vorzüglich verstärken, daß sie die Leitungsfähigkeit des Wassers, womit die Pappen getränkt sind, vermehren. Was die Oxydation betrifft, so hält er solche für eine Wirkung, die eine innigere Berührung zwischen den Gliedern der Säule hervorbringt, und die so mit beyträgt, daß die Wirkung anhaltender und kräftiger wird.

Hierdurch schien also Volta erwiesen zu haben, daß die besondere Flüssigkeit, welcher man lange Zeit die Muskelbewegungen zuschrieb, nur die gewöhnliche Elektricität ist, welche durch eine Ursache, deren Natur wir noch nicht kennen, wovon wir aber die Wirkungen sehen, in Bewegung gesetzt wird.

Gegen diese von Volta aufgestellte Theorie sind mancherley Einwendungen gemacht worden, wovon die hauptsächlichsten folgende sind:

1) Zeige sich ein gänzlicher Mangel einiger und eine Geringfügigkeit anderer Symptome der Elektricität, indeß die Schläge und Sensationen, die durch den Contakt verschiedenartiger Metalle (Zink u. Silber), und besonders durch Vereinigung mehrerer solcher Metallpaare mittelst feuchter Leiter hervorgebracht werden, sehr empfindlich und schmerzhaft sind.

2) Seyen verschiedene Stoffe unvermögend, die man für vortreffliche elektrische Leiter halte, z. B. verdünnte Luft, Flamme u. dgl., die Action der einfachen oder der zusammengesetzten galvanischen Kette durch sich hindurch zu lassen.

3) Spreche die bewundernswürdige Zersetzung des Wassers durch die Volta'sche Batterie gegen Volta's Theorie, welche man einer so schwachen Elektricität, die selbst für das empfindlichste Elektrometer unbemerkbar ist, zuzuschreiben ansteht, da die stärksten Entladungen der mächtigsten Elektrisirmaschinen, und die schnellsten, noch so lange fortgesetzten, Strömungen vom elektrischen Fluidum, sie so nicht zu bewerkstelligen vermögen.

Um diese Einwürfe vollständig zu heben, glaubt Volta *), daß es nöthig sey, mit möglichster Genauigkeit den Grad der Elektricität, welche in der Berührung zweyer verschiedenartigen Metalle rege wird, zu bestimmen. Hierzu wählt er die beyden Metalle Silber und Zink. Beyde wohl gereinigt und polirt, mit einander in einem oder mehreren Punkten in unmittelbare Berührung gebracht, verlieren ihr elektrisches Gleichgewicht; das elektrische Fluidum zieht sich aus dem Silber nach dem Zinke, wird in jenem verdünnt, in diesem verdichtet, und erhält sich in ihnen in diesem Zustande von Verdünnung und Verdichtung, wofern sie nicht mit andern Leitern in Verbindung stehen, welche, dem elektrischen Gesetze des Gleichgewichtes gemäß, jenem die fehlende Elektricität zuführen, aus diesem die angehäufte ableiten. Nach

Vol-

*) Annales de chimie; Tom. XL. p. 225 sqq.

Volta's Versuchen zeigt sein Strohhalmelektrometer im Silber $\frac{1}{60}$ Grad negative, und im Zinke $\frac{1}{60}$ Grad positive Elektricität, und so weit erstreckt sich der Grad der Verminderung in jenem, und der der Vermehrung in diesem Metalle.

Es ist aber eine elektrische Spannung, die kaum auf $\frac{1}{60}$ Grad steigt, viel zu geringe, um an einem Strohhalmelektrometer, oder selbst an Bennet's Goldblattelektrometer wahrgenommen zu werden, ungeachtet dieses vier Mahl empfindlicher, als jenes, ist. Doch ist Volta im Stande, diese so geringe Elektricität an beyden bemerkbar zu machen, ja selbst ihre Art, ob sie positiv oder negativ ist, zu bestimmen, wenn er dabey den Condensator zu Hülfe nimmt. Hiermit stellt er folgenden Versuch an: er bringt zwey gleiche Scheiben Z aus Zink und S aus Silber, zur Hälfte über einander, daß die Peripherie der einen durch das Centrum der andern geht, und befestigt sie in dieser Lage mittelst einer Schraube, eines durchgeschlagenen Nagels, oder durch Löthung, so daß sich kein fremder Körper zwischen ihnen befindet. Darauf faßt er die Zinkscheibe mit den Fingern und bringt die Silberscheibe einige Zeit lang mit dem Deckel des Condensators, dessen untere Platte mit dem Boden verbunden ist, in Berührung, wobey sich die Elektricität des Silbers in ihm anhäuft, seiner Capacität und der Kraft entsprechend, welche ihm die Einwirkung der untern Platte ertheilt; nimmt er nun die Silberscheibe fort, und hebt den Deckel des Condensators ab: so zeigt er, mit dem Hute seines Strohhalmelektrometers, 2, 3, wohl selbst 4 Grad negativer Elektricität. Faßt er dagegen das Silberstück S mit den Fingern, und bringt das Zinkstück Z mit dem Deckel des Condensators in Berührung: so zeigt der ansammelnde Deckel am Strohhalmelektrometer 3 bis 4 Grad positiver Elektricität.

Hierbey ist aber zu bemerken, daß, wenn der Deckel des Condensators aus Kupfer besteht, der Zink ihn nicht unmittelbar berühren darf; denn das Kupfer treibt das elektrische Fluidum fast mit gleicher Stärke, als das Silber, dem Zinke zu, so daß dieser sich zwischen zwey fast gleichen, einander

der entgegenwirkenden Kräften befinden werde, bey denen sich im Deckel nur höchst wenig, kaum wahrnehmbarer Elektricität anhäufen könnte. Man muß dann zwischen beyde einen Leiter zweyter Klasse, d. i., einen feuchten Körper, bringen, da diese anderer Natur sind, und in der Berührung mit den Metallen ein sehr viel geringeres Erregungsvermögen, als zwey Metalle gegenseitig, besitzen. Gewöhnlich legt Volta ein Stück naß gemachter Pappe auf den sammelnden Deckel, und bringt damit den Zink in Berührung. Das elektrische Fluidum, welches unaufhörlich vom Silber zum Zinke getrieben wird, strömt nun, ohne Widerstand zu finden, durch den feuchten Leiter in den colligirenden Deckel, und dieser äußert nun beym Aufheben ungefähr 3° positiver Elektricität, während bey unmittelbarer Berührung zwischen dem Zinke und dem Kupferdeckel keine Wirkung wahrzunehmen ist.

Diese und andere ähnliche Versuche schienen Herrn Volta darzuthun, daß die Kraft, welche das elektrische Fluidum impellirt, nicht in der Berührung eines der Metalle, in ihrem Berührungspunkte, ihren Ursprung hat.

Da zwey sich berührende Platten, Zink und Silber, gleich viel welches ihre Größe und Gestalt ist, stets einem guten Condensator die angeführten Grade von Elektricität mittheilen: so war es nun dem Herrn Volta leicht, die Intensität oder Spannung zu bestimmen, welche die Elektricität in einer Zink- und in einer Silberplatte, die sich berühren, haben muß; Spannungen, die sich in ihnen erhalten, oder erneuern, so lange die Platten in Berührung bleiben, oder aufs neue in Berührung gebracht werden. Ein Condensator, welcher die Elektricität bis zum 120fachen anhäuft, bringt so z. B. nach der Berührung mit einer der beyden Platten, das Elektrometer zu einer Divergenz von 2°; woraus Volta schloß, daß die elektrische Spannung des sammelnden Deckels, so lange er auf der untern Platte des Condensators aufstand, 120 Mahl kleiner, mithin nur von $\frac{1}{60}$ Grad gewesen sey, und daß die Zink- und Silberscheibe, die während dieser Zeit mit ihm in Berührung war, wenigstens dieselbe elektrische Spannung

nung gehabt haben müsse, weil sie sie diesem Deckel habe mittheilen können, so wie sie sie jedem andern Leiter, selbst der Leidner Flasche mittheile. Dasselbe schließt er daraus, daß bey einer 180-, 240-, 300fachen Condensirung das Strohhalmelektrometer um 3, 4, 5 Grade divergirt; welches ebenfalls auf $\frac{1}{60}$ Grad Spannung in der Scheibe deutet, die man mit dem Deckel des Condensators in Berührung gebracht hat.

Alle diese Resultate beweisen also, daß die elektrische Spannung, die in der gegenseitigen Berührung von Zink und Silber in jedem dieser beyden Metalle entsteht, $\frac{1}{60}$ Grad eines Strohhalmelektrometers beträgt, und im Zinke positiv, im Silber negativ ist. Andere Metalle geben in ihrer gegenseitigen Berührung eine um so geringere Spannung, je weniger sie in dem Vermögen, Elektricität zu erregen, von einander verschieden sind, und je näher sie in folgender Reihe oder Stufenfolge neben einander stehen: Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Bley, Zink, in welcher Ordnung das elektrische Fluidum stets vom Vorhergehenden zum Folgenden getrieben wird.

Der überzeugendste Beweis, daß $\frac{1}{60}$ Grad eines Strohhalmelektrometers die wahre Spannung ist, welche die beyden Metalle, Zink und Silber, in ihrer gegenseitigen Berührung bewirken, erhielt Volta durch eine Menge von Versuchen, worin er statt eines Paares sich mehrerer Paare solcher sich berührender Metalle, Zink und Silber, oder Zink und Kupfer, bediente. Je nachdem er 2, 3, 4 solcher Paare nahm, erhielt er die zweyfache, dreyfache, vierfache Spannung, d. i., Spannungen von $\frac{2}{60}$, $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$ Grad; Größen, die er vermittelst seines Condensators als ganz richtig befand, der, wenn er z. B. 120 Mahl condensirte, von einem einzelnen Paare bis 2° des Strohhalmelektrometers geladen wurde, dagegen bey vereinter Wirkung von 2, 3, 4 Metallpaaren sich bis 4, 6, 8 Grad Divergenz lud. Dieß war der große Schritt, welcher Herrn Volta zu Ende des Jahres 1799, zu der Construktion seines neuen Apparates, den er

Electro-motor nennt, führte, ohne ihn doch zu überraschen, weil die Entdeckung ihm in Voraus den Erfolg verbürgte.

Die Ursache, warum zwischen jedes Metallpaar ein feuchter Leiter gebracht werden muß, ist diese, weil ohne ihrer Dazwischenkunft jede Zinkplatte von beyden Seiten mit Silberstücken in Berührung stehen, und von zwey gleichen entgegengesetzten Kräften afficirt werden würde, daher das Resultat aller dieser Wirkungen dem der obersten und untersten Platte auf einander gleich seyn müßte. Wären diese verschiedenartige Metalle, so träte die Wirkung eines einzigen Plattenpaares und eine Spannung von $\frac{1}{60}$ Grad ein; wären sie von einerley Metall, so fände gar keine Wirkung Statt. Daher ist es unmöglich, eine verstärkte Wirkung, d. h., eine größere Spannung, als von $\frac{1}{60}$ Grad, wie sie ein einziges Plattenpaar gibt, zu erhalten, wenn man bloß Silber- und Zinkstücke, ihre Gestalt und Größe sey welche sie wolle, ohne Zwischenwirkung eines dritten feuchten Leiters, der von minderer Energie ist, über einander schichtet.

Selbst durch Uebereinanderschichtung von drey verschiedenartigen Metallen und mehreren läßt sich, ohne feuchten Leiter, keine Verstärkung der Elektricität bewirken, weil die Kraft, womit die Leiter erster Klasse sie in ihrer gegenseitigen Berührung aus dem einen in den andern treiben, im bestimmten Verhältnisse steht.

Wie kann aber, frägt Herr Volta, eine so schwache Elektricität, welche sich in der kleinsten merkbaren Entfernung nicht entladet, so heftige Erschütterungen hervorbringen?

Diese Schwierigkeit, sagt Volta, treffe elektrische Batterien so gut, wie seinen Apparat, und könne daher keinen Einwurf gegen die Identität des Fluidums, das dieser errege, und des elektrischen Fluidums abgeben. Warum eine Batterie von großer Capacität, die nur bis auf einen geringen Grad geladen sey, eine starke Erschütterung gebe, indeß eine kleine bis zu demselben Grade geladene Flasche keine Erschütterung hervorbringe, habe man geglaubt, vollkommen erklärt zu haben, wenn man gesagt, jene entlade

in einem Augenblicke eine so viel Mahl größere Menge von elektrischem Fluidum, so viel Mahl sie in ihrer Capacität diese übertreffe. Allein wenn man unter einem Augenblicke ein untheilbares Moment verstehe, so sey dieses falsch. Jede Entladung erfordere eine endliche Zeit, und habe eine gewisse Dauer, obgleich diese Zeit, auch bey Batterien, sehr kurz und schwerlich meßbar sey, und uns in so fern ein bloßer Augenblick scheine. Bey Ladungen bis zu gleichem Grade des Elektrometers müsse die Dauer der Entladung nach dem Verhältnisse der Capacitäten größer seyn, weil bey Ladungen von gleicher Spannung die Geschwindigkeit, mit der beym Entladen das elektrische Fluidum fortströme, gleich sey. Bey einer zehnfachen Capacität und einerley Grad der Ladung werde daher zur Entladung die zehnfache Zeit erfordert, so wie umgekehrt zum Laden mit einer Elektrisirmaschine von constanter Wirksamkeit bey zehnfacher Capacität die zehnfache Zeit nöthig sey. Und so dehnten sich bey einerley Spannung die Entladung größerer Belegungen gleichsam in mehrere ununterbrochen auf einander folgende Entladungen aus, obgleich auch sie nur augenblicklich zu seyn schienen.

Da also die Erschütterung beym Entladen von Flaschen, die bis zu einerley Spannung geladen sind, um so stärker wird, je größer die Capacität der geladenen Flasche ist, so könne die Stärke der Erschütterung nicht von der Menge des elektrischen Fluidums, das sich in einem Augenblicke ergieße, abhangen, sondern sie müsse von der Zeit, wie lange der elektrische Strom beym Entladen dauere, abhangen, welche Zeit bey gleicher Spannung der Quantität des angehäuften elektrischen Fluidums proportional sey. Daß die Stärke der Erschütterung nicht von der Geschwindigkeit, sondern von der Dauer des Entladungsstroms abhange, beruhe auf der Natur und der Einrichtung unserer Organe. Sollten sie von irgend einem Agens merklich afficiret werden, so müsse dieses Agens eine Zeit lang auf sie wirken; länger oder kürzer nach Verschiedenheit der Wirksamkeit desselben und der eigenthümlichen Reizempfindlichkeit des Organs. Ob nun gleich die

Erschüt-

Erschütterungen keiner langen Fortdauer der Berührung bedürften, so erforderten sie doch auch einige Zeit, und die Zeit, in welcher eine gleich stark geladene Flasche von hundert Mahl geringerer Capacität vollständig entladen werde, reiche zur Entladung der Batterie nicht hin.

Eine Batterie von 100 Mahl größerer Capacität, als die Capacität einer bis auf gleichen Grad mit ihr geladenen Flasche, lasse sich als 100 Entladungen der Flaschen in ununterbrochener Folge betrachten. Diese verschmelzten bey der außerordentlichen Geschwindigkeit, worin sie auf einander folgten, in eine einzige Erschütterung, welche eben dadurch 100 Mahl stärker empfunden werde. Eindrücke, die auf unsere Organe gemacht würden, erlöschten nicht sogleich, sondern hätten alle einige Dauer. Während die ersten Erschütterungen noch fortdauerten, kämen die andern hinzu: so häuften sie sich, und es entstünde ein Eindruck von viel größerer Energie.

In Absicht der Empfindungen könne folglich die Dauer der Entladung oder des elektrischen Stromes das ersetzen, was einer Ladung an Spannung abgehe, und so könne man von sehr schwachen Ladungen, die nur $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{8}$ Grad des Strohhalmelektrometers betragen, doch sehr starke Erschütterungen erhalten, befänden sich diese Ladungen nur in recht großen Recipienten. Die Dauer des Entladungsstromes ersetze dann, was ihm an Stärke mangle.

Was dürfe man hiernach nicht von seinem Elektricität erregenden Apparate erwarten, dessen elektrischer Strom nicht etwa nur $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{10}$ Secunde, wie bey der Batterie, von 20 bis 60 Quadratfuß Belegung, daure, sondern unaufhörlich und ohne Nachlaß fortwähre, und die größten Batterien beynahe im Augenblicke lade, und sie dadurch in den Stand setze, sehr starke Erschütterungen zu geben! Mehr als über die heftigen Erschütterungen, welche er wirklich ertheile, müsse man sich völlig darüber wundern, daß diese Erschütterungen nicht viel energischer seyn. Denn in Rücksicht auf die Dauer seines Stromes sey dieser ununterbrochen wirkende Elektricitäts-

cität$bewegen$ mit einer Batterie von unermeßlicher Belegung, von gränzenloser Capacität zu vergleichen.

Was für eine unglaublich große Menge von elektrischem Fluidum sein Apparat, trotz seiner so schwachen Spannung, ja man möchte sagen, augenblicklich hergebe, bewiesen die Versuche mit Batterien von großer Belegung, welche er durch eine möglichst kurze Berührung, die keine $\frac{1}{20}$ Secunde daure, bis zu seiner Spannung lade. Eine gute Elektrisirmaschine vermöge das kaum durch einige Umdrehungen ihrer Kugel oder Scheibe binnen einigen Secunden zu bewirken, und ein Elektrophor kaum mit 20 bis 40 Funken. Der durch seinen Apparat erregte und anhaltende Strom sey daher größer und reichlicher, als der Strom, welchen die größte und wirksamste Elektrisirmaschine zu erregen und zu unterhalten vermöge. — Nicholson behauptete durch Rechnung, daß in einer kleinen Volta'schen Säule dieselbe Elektricität 200 Mahl schneller, als durch Reibung in einer 24zölligen Scheibenmaschine erzeugt werde, und daß sich aus ihr 200 Mahl mehr Elektricität ziehen lasse, als ein Ableiter durch Friktion hervorzubringen vermöge. —

Volta meint, daß sich hieraus sehr genügend erkläre, wie gewisse Wirkungen seines Apparats sich durch gewöhnliche Elektrisirmaschinen gar nicht, oder wenigstens nicht auf die Art, und in dem Grade als durch ihn, hervorbringen lassen, wohin z. B. die Zersetzung des Wassers und die Oxydirung der Metalldrähte in den bekannten Versuchen gehören; hierzu werde bloß ein anhaltender und reichlicher elektrischer Strom erfordert, welchen sein Apparat viel vollkommener errege und unterhalte, als die wirksamste Elektrisirmaschine.

Indeß schwächten in seinem Apparate die feuchten Leiter die Erschütterungen gar sehr, indem sie dem Durchgange des elektrischen Fluidums Hindernisse in den Weg legten, und den Strom desselben beträchtlich retardirten. Cavendish habe aus Versuchen schließen zu dürfen geglaubt, daß das Leitungsvermögen des Wassers für das elektrische Fluidum

400000000 Mahl geringer, als das der Metalle sey. Wollte man es aber auch nur 100000 Mahl schwächer, als das der Metalle nehmen: so würde das schon hinreichen, die Erscheinungen zu begründen, welche beym Durchbruch der elektrischen Materie durch Wasser Statt fänden. So groß auch der Querschnitt einer Wasserschichte seyn möge, so setze sie doch einem starken und reichlichen elektrischen Strome immer noch einen beträchtlichen Widerstand entgegen. Einen Beweis davon gäben die Funken ab, welche erschienen, wenn zwey Metalldrähte, die in Wasser eingetaucht, und deren Spitzen nur durch wenig Wasser von einander getrennt sind, den Entladungskreis ausmachten. Diese Funken durchbrächen das Wasser, d. h., das für den elektrischen Strom nicht recht durchgängige Wasser werde von demselben aus der Stelle getrieben, durchbrochen und zerrissen, wie dieses bey den starken Entladungen geschehe, die daraus Gasblasen entwickelten und es in seine beyden Grundstoffe zerlegten. Stünden die Metalle im Wasser zu weit von einander ab, so daß der Entladungsstrom die Wasserschichte nicht durchbrechen könne, so werde er gezwungen, sich durch sie gleichsam hindurch zu seihen: und daß er bey diesem Durchgange großen Widerstand finde, und die Entladung nur mit Mühe geschehe, erkenne man an dem geringen Glanze des Funkens, der bey diesem Entladen vom Haken der Flasche zum Knopfe des Entladungsbogens überspringe, und an dem dumpfen gleichsam schleppenden Tone desselben, den man statt des lebhaften augenblicklichen und hellen Schalles bey einem bloß metallenen Entladungsbogen höre.

Schon hieraus lasse sich abnehmen, welchen außerordentlichen Widerstand die feuchten Leiter in seinen Säulen und Becherapparaten dem durch Berührung der Metalle erregten elektrischen Strome entgegen setzen müßten. Um ihn aber auch durch direkte Versuche zu bewähren, und einiger Maßen zu schätzen, errichte man aus einem einzigen Metalle und einem feuchten Leiter eine Säule oder einen Becherapparat. In beyden findet keine Erregung der Elektricität Statt; sie bilden

bilden nur eine Art von leitender Kette, deren Leitungsvermögen bey weiten aber geringer ist, als die von bloßen Metallen, wie sich sogleich zeigt, wenn man sie mit in den Entladungskreis schwach geladener Flaschen bringe. Eine Flasche, welche beym Entladen durch Metalle, welche man in den Händen halte, eine Erschütterung bis in den Elbogen errege, gebe dann nur einen Stoß bis zum Handgelenke, und die Erschütterung sey um so schwächer, je mehr der Schichten, und mithin der feuchten Leiter in solchen Apparaten seyn. Dasselbe zeige sich, wenn man eine Menge solcher Schichtungen in den Entladungskreis einer recht wirksamen elektrischen Säule bringe.

Die feuchten Körper in der Säule retardirten den elektrischen Strom indeß nicht bloß durch ihr schlechtes Leitungsvermögen, sondern auch durch die Unvollkommenheit ihrer Berührung mit den Metallen, möchten sie auch noch so genau sich an die Metalle anzuschließen scheinen. Selbst beym Uebergange von einem Metalle zum andern, das damit dem Anscheine nach in Berührung sey, leide das elektrische Fluidum stets Widerstand, wie die Erfahrung zeige; dieser Widerstand werde zwar um so geringer, je stärker man beyde Metalle an einander drücke, falle aber doch nie ganz fort, wie man an den Metallketten sehe, die, man könne sie noch so stark anspannen, doch das elektrische Fluidum nie so frey durchgehen ließen, als Metall, das stets zusammen hange. Eben so seyn über einander geschichtete Münzen, sie möchten noch so stark zusammengepreßt seyn, für das elektrische Fluidum nie so leicht durchgängig, als Münzen, die an einander gelöthet werden, oder als eine gleich große Metallstange.

Beyden Mängeln könne man bis auf einen gewissen Grad dadurch abhelfen, daß man statt des reinen Wassers salzige Flüssigkeiten zum Anfeuchten der porösen Scheiben in der Säule nehme, oder in die Becher des Becherapparats gieße. Denn alle diejenigen Flüssigkeiten, welche mit den Metallen in Berührung dieselben chemisch angreifen, schließen sich

1)

1) dabey dicht an die Metalle an, und treten mit ihnen in eine solche innige Verbindung, daß beyde, wo auch nicht einen einzigen Körper bilden, doch nun ununterbrochen zusammenhängen; 2) seyen die salzigen Flüssigkeiten, welche die Metalle angreifen, ihrer Natur nach zwar auch unvollkommene Leiter, doch lange nicht in dem Grade, als das reine Wasser. Es hatten nämlich Herrn Volta Versuche gelehrt, daß die salzigen, sauren und alkalischen Flüssigkeiten 10, 20, 30 Mahl u. s. f. bessere Leiter, als das reine Wasser, sind. Diese beyden Gründe verursachen, daß Säulen bey gleich vielen Plattenpaaren ohne Vergleich stärkere Erschütterungen geben, wenn ihre feuchten Schichten mit Salzlauge u. s. befeuchtet sind, als wenn sie bloßes Wasser enthalten. Dieß allein sey die wahre Ursache der verstärkten Kraft der Apparate mit salzigen Flüssigkeiten, und sie sey keines Weges darin zu suchen, daß etwa die galvanische Wirkung in der Berührungsfläche der Feuchtigkeit mit dem Metalle ausschließlich oder doch vorzüglich erregt, und durch die chemische Einwirkung der Flüssigkeiten auf die Metalle, und die Oxydirung der letztern mittelst der Flüssigkeiten begründet würde, wie sich das mehrere eingebildet hätten.

Aus diesem Allen erhelle zugleich, welch ein zweydeutiges Zeichen die bloße Erschütterung vom Grade der Elektricität sey, da die Erschütterungen eben so sehr von der Güte der Leitung, von dem mehr oder weniger freyen Durchgange, den sie dem elektrischen Fluidum verstatteten, als von der Spannung abhingen. Indem man bloß vom Grade der Erschütterung auf den Grad der so genannten galvanischen Action geschlossen, und jene bey salzigen Flüssigkeiten, welche die Metalle angreifen, und das eine mehr als das andere oxydiren, stärker als bey reinem Wasser gefunden habe, sey man darauf gekommen, diese Berührung des feuchten Körpers mit den heterogenen Metallen, und der chemischen Einwirkung desselben auf die Metalle, die Erscheinungen des so genannten Galvanismus zuzuschreiben, und habe sich in wunderbare Meinungen verirrt, indem man unter andern als

Ursache dieser Erscheinungen ein besonderes Agens oder Fluidum erdacht habe, das vom elektrischen Fluidum verschieden, oder wenigstens eine besondere Modification des letztern, ein so genanntes elektrisch-galvanisches Fluidum sey.

Herr Biot *) bemerkt, daß zwar Volta sehr gut bewiesen habe, daß die bloße gegenseitige Berührung zweyer Metalle und überhaupt zweyer verschiedenartigen Körper hinreiche, Elektricität zu erregen; allein daß dieses die einzige Ursache sey, wovon in seinem Apparate die Elektricitätserregung abhange, das sey bis jetzt noch nicht mit gleicher Evidenz dargethan. Volta gründe diese Behauptung auf einen Versuch mit seinem Becherapparate. Er füllte ihn erstlich mit Wasser, darauf mit irgend einer Salzauflösung; sein Strohhalmelektrometer zeigte in beyden Fällen gleich starke Ladung, und doch waren die Wirkungen auf die Organe im letztern Falle merklich stärker, welches, nach Volta, der bessern Leitung der Salzauflösungen zuzuschreiben sey. Biot bemerkt aber, daß vermöge der Natur des Strohhalmelektrometers, und vermöge der Art, wie Volta in beyden auf einander folgenden Versuchen den Condensator mit seinem Apparate in Verbindung gebracht habe, dieser Versuch manchem Irrthum ausgesetzt seyn müsse. Die geringste Verschiedenheit beym Verbinden des Condensators mit der Säule könne, wie er sich durch Versuche überzeugt habe, die Ladung des Condensators durch dieselbe Säule vom Einfachen bis zum Dreyfachen variiren machen. Selbst nach Volta's Hypothese müsse, wenn die Leitungsfähigkeit zunehme, in gleicher Zeit die Ladung des Condensators größer werden, wofern man nicht in einem Momente das Maximum der Spannung erhalte. Daher auch hiernach der Versuch unmöglich genau seyn könne. Dieß bestätigte sich auch durch den Erfolg, welchen Biot erhielt, nachdem er es endlich dahin gebracht hatte, unter sich vergleichbare Resultate zu erhalten.

Der

*) Bulletin des sciences. Nro. 76. p. 120.

Der Apparat, durch dessen Hülfe er dieses erreichte, war folgender: Er setzte seinen Condensator auf eine horizontale Metallplatte, welche sich an dem Ende eines vertikalen und messingenen Stabes befand. Dieser Stab ließ sich an ein hölzernes mit Stanniol überzogenes Parallelepipedum festschrauben, auf welchem die elektrische Säule völlig frey, ohne Halt von der Seite stand. So war also die untere Platte des Condensators mit der untersten Scheibe der Säule auf das vollkommenste leitend verbunden. Auf die oberste Platte der Säule wurde eine kleine eiserne Schale mit Quecksilber gesetzt. Das Ende des flexibeln Stabes des Condensators wurde ebenfalls mit Eisen versehen, und die Vorrichtung so getroffen, daß der Condensator in gleicher Höhe mit jener Platte stand. Nun wurde das Ende des flexibeln Stabes mittelst einer gefirnißten Glasstange zum Quecksilber herabgedruckt, worauf man es sogleich wieder zurückschnellen ließ. So wurde der Condensator auf eine Art geladen, welche Vergleichungen zuließ; immer kam er mit der Säule auf einerley Art in Berührung, und man hatte es in seiner Gewalt, diese Berührung längere oder kürzere Zeit über dauren zu lassen. Die Elektricität, mit welcher der Condensator sich hierbey lud, wurde mittelst einer Coulombschen elektrischen Wage gemessen, und daraus wurden die Intensitäten der Elektricität nach den Formeln berechnet, welche Coulomb für seinen Windungsapparat gegeben hat.

Mit Hülfe dieser Vorrichtung fand nun Biot, daß Säulen, die in Allem bis auf den feuchten Leiter einander ähnlich waren, bey einer einfachen, $\frac{1}{2}$ Secunde dauernden Berührung sehr verschiedene Mengen von Elektricitäten hergeben. So z. B. gab eine Säule mit kohlensaurem Kali gleich Anfangs ungefähr zwey Mahl weniger Elektricität als eine ganz gleiche mit schwefelsaurem Eisen; bald aber nahm die Wirkung der letztern ab, und die Wirkung der erstern zu. Aehnliche und zum Theil gleich große Verschiedenheiten zeigten die übrigen Salzauflösungen, der Kleber aus Mehl, und andere Stoffe.

So

So fanden sich also durch die Erfahrung die obigen Erinnerungen gegen Volta's Versuch bewährt.

Dieser Unterschied in der Ladung, welche die verschiedenen Säulen zu gleicher Zeit und unter ganz gleichen Umständen dem Condensator mittheilen, lasse sich allerdings schon aus der bloßen Verschiedenheit des Leitungsvermögens der feuchten Körper erklären. Allein eben so gut könnte er von der Oxydation, wenigstens zum Theil, abhangen, welche die Metalle, vermöge der feuchten Leiter, erleiden. Biot suchte daher die Gränzen dieser beyden Wirkungen mit Genauigkeit zu bestimmen, um daraus auf den Antheil beyder an dem Erfolge schließen zu können, und hierzu diente ihm folgender Versuch.

Er errichtete auf einem isolirenden Harzkuchen eine Säule aus 20 Plattenpaaren, und aus Tuchscheiben, die in einer Alaunauflösung getränkt waren. Eine so kleine Säule wählte er aus dem Grunde, damit die Spannung in der isolirten Säule so gut als unmerklich bliebe. Wurde die unterste Platte der Säule berührt, und der Condensator $\frac{1}{2}$ Secunde lang mit der obersten Platte in Verbindung gebracht, so erhielt man eine Repulsion von 90°; folglich war der Apparat in vollkommener Wirksamkeit. Ferner war er aufs Beste isolirt; denn wurde während der Verbindung des obersten Endes der Säule mit dem Condensator das untere nicht berührt, so erhielt man kaum eine Spur von Elektricität. Ein Eisendraht, der unter der untersten Platte der Säule lag, wurde nun so gebogen, daß sein anderes Ende das Quecksilber des eisernen Schälchens, welches auf die oberste Platte gesetzt war, berührte, und auch nun lud sich der Condensator nicht, man mochte das unterste Ende der Säule berühren oder nicht; ein Beweis, daß die Schließung vollkommen war.

Nun aber weiß man, daß unter diesen Umständen der elektrische Strom im Aeußern des Apparats circulirt, und daß die Oxydation dabey mit gleicher Lebhaftigkeit, als sonst, vor sich geht. Entwickelt diese Oxydation daher Elektricität, so muß man sie im Apparate finden, wenn die leitende

Verbindung der beyden Enden der Säule wieder aufgehoben wird.

Nach zwey Minuten wurden daher mit einem gefirnißten gut isolirenden Glasstabe das obere Ende des Eisendrahts außer Verbindung mit dem obern Ende der Säule gesetzt, und nun sogleich der Condensator, wie gewöhnlich, angebracht, doch ohne daß man das untere Ende der Säule berührte. Er nahm keinen durch die elektrische Wage wahrnehmbaren Grad von Elektricität an; das untere Ende der Säule brauchte aber nur einen Augenblick berührt zu werden, so war er, wie zuerst, bis auf 90° geladen; ein Beweis, daß der Mangel von wahrnehmbarer Elektricität in der isolirten Säule, nicht von einer zufälligen Veränderung in der Wirksamkeit der Säule bewirkt seyn könnte. Der Draht hatte sich von selbst um den Fuß der Säule geschlungen, und es konnte daher selbst die kleine Menge von Elektricität nicht verloren gehen, die er vielleicht erlangt hätte.

Diesen Versuch hat Biot oft wiederhohlt. Man werde, sagt er, ihm zugeben, daß er eine Repulsion von 2° gewiß würde wahrgenommen haben. Nun aber seyen die Intensitäten der Elektricität in Coulomb's Wage ungefähr den Würfeln des Repulsionswinkels proportional. Folglich konnte sich die Menge von Elektricität, welche durch die Oxydation während 2 Minuten hervorgebracht worden war, zu der gesammten Menge der in $\frac{1}{2}$ Secunde in der Säule erzeugten Elektricität, noch nicht einmahl wie $2^3 : 90^3$, d. i., wie 1 : 90000 verhalten, daher der gleich instantane Effekt der Oxydation nicht $\frac{1}{20000000}$ der ganzen Elektricitätserzeugung ausmachen kann; ein Effekt, der auf keine Art wahrzunehmen ist. Müsse auch gleich die Oxydation in Volta's Säule gewiß etwas Elektricität entwickeln: so sey doch das Resultat dieser Ursache mit dem ganz unvergleichbar, was die Berührung heterogener Metalle, wenn diese durch Verbindung mit dem Boden stets genähert werden, hergebe.

Untersuche man, was wohl die Physiker bewogen haben könne, einer so schwachen Ursache einen so großen Einfluß

beyzu-

beyzulegen: so zeige sich, daß dieses daran gelegen, daß sie nicht gehörig untersucht hätten, wie sehr sie sich vermindern lasse, ohne daß man dadurch die Menge der Elektricität, die in der Säule entwickelt werde, verringere. Biot bauete Säulen auf, in welchen geschmolzener und sorgfältig vor Feuchtigkeit bewahrter Salpeter die Stelle der feuchten Scheiben vertrat. Eine solche Säule gab so viel Elektricität, als Scheiben von Tuch, welche mit der wirksamsten Salzauflösung, z. B. mit Alaunauflösung, getränkt sind, nur daß der Condensator $\frac{1}{2}$ Minute (statt $\frac{1}{2}$ Secunde) bedarf, um von einer solchen Säule aus 20 Plattenpaaren geladen zu werden; den Gang dieser Operation stellt eine logistica dar. Diese Untersuchungen, welche mit der Theorie der Transmission der Elektricität durch unvollkommene Leiter in Verbindung stehen, hat Biot indeß für eine andere Abhandlung verspart.

Eine andere Theorie des Galvanismus ist diejenige, welche sich auf die Vertheilung der Elektricität gründet. Einer der vorzüglichsten Vertheidiger dieser Theorie ist Herr Ermann. Er stellt folgende Sätze auf *).

I) Zwey heterogene Metalle verändern während der Berührung ihren elektrischen Zustand hauptsächlich und beynahe ausschließend durch Vertheilung. Legt man nämlich zwey heterogene Metallplatten über einander, und bringt, während ihrer wechselseitigen Berührung, die obere an den Condensator, so erhält man nur äußerst schwache Spuren von Elektricität. Hält man aber die obere Platte isolirt von der untern ab, um sie allein an dem Condensator zu prüfen, so erhält man einen Grad der Divergenz, der um sehr Vieles stärker ist, und den Ermann auf das 20- bis 30fache des erstern schätzt. Aus diesen Versuchen glaubt er schließen zu müssen, daß während der Berührung die Metalle ihre Elektricität wechselseitig binden, ungefähr wie es die über einander gelegten Condensatorplatten thun, die bey schwächern Graden der Elektricität nur nach der Trennung auf das Elektrometer

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. XI. S. 90 f.

meter wirken. Da nun aber die Wirkung der Säule nicht beym Trennen, sondern während der Berührung der Platten eintritt: so müsse auch die Erklärung ihrer Phänomene hauptsächlich, wo nicht ausschließlich, aus den Erscheinungen der sich berührenden Platten abgeleitet werden.

Daß Vertheilung und nicht freye, ungehinderte Mittheilung der E, die wechselseitige Einwirkung der Metalle begründe, erhelle übrigens aus mehreren andern Umständen: 1) die beyden Metalle zeigten nach der Trennung nicht eine Art und einen Grad der E, der in beyden gleich wäre, gleichsam einen mittlern Zustand zwischen dem eigenthümlichen vorhergehenden Zustande jenes individuellen Metalles, wie es die freye Mittheilung erfordere; 2) es sey nicht nothwendig, daß beyde Metalle isolirt seyn; man könne die eine Platte ableitend berühren. Fände eine ungehinderte Mittheilung Statt, so müßte dann alle E von der obern Platte durch die untere, mittelst des guten Ableiters, in den Boden sich ergießen; 3) die respectiven Entfernungen der Drähte und Mitteldrähte im Gasapparate modificirten die Phänomene sehr wesentlich, und ganz den Gesetzen der durch Vertheilung entstehenden Atmosphären gemäß.

II) Die Fläche des Silbers, die den Zink berühre, werde + E, die entgegengesetzte — E. Mit der Zinkplatte verhalte es sich umgekehrt; ihre Berührungsfläche werde — E, die Rückseite + E.

III) Läge unter und über diesem Plattenpaare AB ein zweytes und drittes D, C, so würden sich die durch das Spiel der Atmosphären an den Kehrseiten von A und B zurückgedrängten Elektricitäten gerade in den nämlichen Umständen befinden, wie diejenigen, die an den Berührungsflächen erregt werden. Die Kehrseiten von A und B würden in Rücksicht auf C und D zugleich Berührungsflächen seyn; folglich würde das mittelste Paar AB, nach oben so wohl, als nach unten zu, gleiche entgegengesetzte Grade von E annehmen, Alles daher im Gleichgewichte bleiben, und die drey Plattenpaare würden mehr nicht, als eine einzige, wirken.

IV)

IV) Berühre jede Kehrseite des isolirten Plattenpaares AB einen Leiter, so werde das Silber sein — E, und der Zink sein + E schon dadurch freyer und kräftiger zurückdrängen können, und die Ladung der Berührungsflächen werde ungehinderter vor sich gehen.

Bloß durch dieses Anbringen eines Leiters trete also schon ein Unterschied zwischen dem elektrischen Zustande der Berührungsfläche und dem Zustande der Kehrseiten ein, wo der angebrachte Leiter dem Ausweichen der zurückgedrängten + E und — E mehr Spielraum darbiethe. Man sehe hieraus, daß man von der gemeinschaftlichen Berührungsfläche des A und B auszugehen hätte, indem die vertheilende Wirkung leichter von dieser Mittelfläche aus nach oben und unten zu geschehen müsse. Dieses sey das Element des Polarisirens der Säule. Nach der Richtung zu, wo der Zink liege, werde das + E zurückgedrängt, und das — E nach der Säule hin, wo sich das Silber befinde.

V) Feuchte Leiter hätten durchgängig die Eigenschaft, daß, wenn sie der entgegengesetzten elektrischen Wirkung der heterogenen Metalle ausgesetzt seyen, sie sich der Länge nach in zwey Zonen theilten, deren jede ihre eigene Elektricität zeige.

Diese Eigenschaft eigne die feuchten Leiter ganz wesentlich zur Mitwirkung in der Volta'schen Säule. Seyen drey Plattenpaare durch zwey feuchte Leiter getrennt, so könnten nun die Kehrseiten von A und B ihr + E und — E nach oben und nach unten zurückdrängen, ungeachtet die Plattenpaare C und D eine gleiche Wirkung äußerten; und so bleibe auch in diesem Falle der für die Polarität der Säule nothwendige Unterschied zwischen dem elektrischen Zustande der Berührungsfläche und dem der Kehrseite. Dieser würde aber ganz wegfallen, wenn man die Plattenpaare, statt durch feuchte Leiter, durch vollkommene Leiter getrennt hätte, wo, eben durch die vollkommene Leitung, die Kehrseiten den nämlichen Grad der elektrischen Spannung erhalten würden, als

 die

die Berührungsflächen, und wo daher Alles im Gleichgewichte bleiben müßte.

VI) In einer **Volta**'schen Säule ist die gemeinschaftliche Berührungsfläche des mittelsten Plattenpaares der Mittelpunkt, von wo aus die Vertheilung nach oben und nach unten ausgeht. Dieser Punkt ist folglich völlig indifferent, ist o E.

Dieser Mittelpunkt gibt, selbst am besten Condensator, keine Spur von E. Hier ist also Alles durch Gegenwirkungen gebunden, und in das vollkommenste elektrische Gleichgewicht gesetzt. Nach unten zu nimmt selbst bey isolirten Säulen das — E allmählich von Paar zu Paar zu, so daß es bald ohne Condensator das Elektrometer afficirt. Dieses Phänomen erklärt sich Herr **Ermann** so: die untere Fläche des zunächst des mittelsten Plattenpaares nach unten liegenden feuchten Leiters ist durch die Einwirkung des folgenden Paares, mit dem sie in Berührung ist, + E geworden. Dadurch zieht sie etwas kräftiger das — E ihrer obern Fläche an. Auf solche Art kann also die unterste Platte des mittelsten Plattenpaares schon sein — E viel leichter in den feuchten Leiter zurückdrängen, und erhält so eine stärkere Ladung. In dem folgenden nassen Leiter findet das nämliche Statt, wie im vorigen Leiter; folglich könnte von der untersten Platte des mittleren Plattenpaares aus immer mehr — E nach unten zu ausgetrieben werden. Dazu komme nun der wichtige Umstand, daß alle Plattenpaare, die zwischen den ersten, andern und dritten nassen Leiter liegen, ebenfalls ihr — E mehr nach unten zu ausstoßen müßten, wo es durch das + E angezogen und gebunden werde, als nach oben hin gegen den Nullpunkt, wo es durch die negativen Atmosphären von den Plattenpaaren zurückgeworfen werde. So müsse mit jedem hinzukommenden Paare die nach unten abgestoßene negative Elektricität einen neuen Grad der Stärke bekommen, und diese Grade des Wachsthums müßten unter sich gleich seyn.

Nach oben zu von dem mittelsten Plattenpaare aus geschehe das nämliche, nur umgekehrt. Die Zinkplatte des mittel-

mittelsten Plattenpaares stoße nach oben zu ihr + E leichter aus, weil der sie berührende feuchte Leiter durch die Wirkung des folgenden Plattenpaares in seiner obern Fläche — E geworden ist, und dadurch das + E in seiner untern Fläche kräftiger ziehe. Wie dieses von Paar zu Paar bis zum äußersten positiven Pole zunehme, ist so eben beym negativen Pole erklärt worden.

VII) Bleibt eine solche Säule isolirt, so findet an jedem Pole ein nur schwaches Ausstoßen von + E und — E Statt, weil bey jedem Plattenpaare entgegengesetzte E vorhanden sind, die sich wechselseitig binden, und sich größten Theils im Gleichgewichte halten; nur der schwache Ueberschuß, der durch die Wirkungsart der feuchten Leiter entsteht, wird an den Polen der Säule bemerkbar.

VIII) Bringt man aber den einen Pol mit dem Boden in leitende Verbindung, so wird Folgendes beobachtet:

1) Der berührte Pol verliert alle Wirkung auf das Elektrometer. Er hat sein überflüssiges + E ganz abgestoßen, und einen correspondirenden Theil — E aus dem Boden angezogen; folglich ist da o E eingetreten.

2) Der berührende Pol wird + E, wenn er isolirt ist, weil er von seinem — E abgegeben hat.

3) Weil das am positiven Pole freye + E im isolirten Zustande das — E der Plattenpaare, die zu diesem Pole gehören, gebunden hielt: so wird durch die Wegschaffung dieses überflüssigen + E das gebundene — E des positiven Theils der Säule freyer. Daher finden wir auch, daß durch Berührung des positiven Pols der Mittelpunkt der Säule aufhört, indifferent zu seyn, und das Elektrometer negativ afficirt. Das Umgekehrte erfolgt, wenn die Ableitung an dem negativen Pole angebracht wird.

4) Der dem Berühren entgegengesetzte Pol zeigt nun einen viel stärkern Grad von E an, als im isolirten Zustande. Das am positiven Pole obwaltende + E widerstand dem Andringen des + E, welches der negative Pol anzieht. Wird dieser überschüssige Antheil von + E abgeschieden, so kann

der negative Pol nun viel kräftiger sein correspondirendes +E anziehen, und die isolirten Körper, die ihn berühren, in einem höhern Grade negativ elektrisiren.

IX) Verbindet man den positiven Pol mit dem negativen durch einen vollkommenen Leiter, so entsteht eine Entladung, mit allen Erscheinungen, die an der Leidner Flasche Statt finden, wenn das +E der einen Belegung von dem —E der entgegengesetzten stark angezogen wird. Da aber zwischen jedem Plattenpaare ein beständiges Spiel der Atmosphären Statt findet: so ist leicht zu begreifen, daß es unmöglich ist, die Säule durch die Schließung des Kreises selbst zu entladen. Es muß im Gegentheile durch die Verbindung der beyden Pole das Spiel der Atmosphären beträchtlich erhöhet werden. Die untere Silberplatte ist durch Anlegung des Bogens stark +E geworden. Dadurch zieht sie in der Berührungsfläche der darauf liegenden Zinkplatte das —E um so kräftiger; die Kehrseite der Zinkplatte wird dadurch mehr +E abstoßen, und so wird von Paar zu Paar die Wirkung der Atmospären in jedem Punkte der Säule auf das Maximum gebracht. Jede Möglichkeit eines Indifferenzpunktes ist verschwunden, und eine Divergenz am Elektrometer kann eben so wenig hier Statt finden, als wenn die geladenen Condensatorplatten über einander liegen.

Dieses erhöhete Spiel der Atmosphären zeigt sich sehr gut in einem Apparate, der statt der Tuchscheiben kleine mit Wasser angefüllte Becher enthält, auf deren jedem auf dem einen Ende eine Deckplatte von Zink, dem andern eine Deckplatte von Silber angekittet ist, und die so auf einander gesetzt werden, daß daraus eine Säule von 25 bis 30 Schichtungen entsteht. Bey Schließung der Kette gibt continuirlich jede Zinkfläche im Wasser Oxyd, und jede Silberplatte Wasserstoffgas. Diese Wirkung findet aber nicht Statt, wenn die Pole isolirt bleiben, oder wenn man einen oder beyde Pole ableitend, doch so berührt, daß nicht das +E des einen von dem —E des andern unmittelbar geleitet wird. Dieses ist den Erscheinungen der Leidner Flasche ganz analog.

Die

30. Die elektrischen Erscheinungen hängen, so wie die elektroskopischen Erscheinungen, von der Kraft ab, mit welcher + und — E sich wechselseitig anziehe, die Lichterscheinungen aber von der Menge der elektrischen Materie, die in einem Momente frey wird und sich zersetzt. Eine gleiche Anzahl großer und kleiner Platten muß also gleiche Commotionen und Divergenzen geben, weil ungeachtet der verschiedenen Menge ihrer natürlichen Elektricitäten diese doch durch das Spiel der Atmosphären gleiche Vertheilung erlitten haben, so daß gleiche Grade des Gegensatzes erfolgen müssen. Die obere und untere Platte enthalten aber bey einem größern Durchmesser eine größere absolute Menge von E; daher wird sich bey gleichem Grade der wechselseitigen Anziehung mehr frey gewordenes Licht zeigen, als bey Platten von kleinerm Durchmesser. Von zwey ungleichen Condensatoren, die lange genug mit dem nämlichen Körper in Berührung waren, wird der größere einen größern Funken geben; die Divergenzen sind aber in beyden gleich.

X) Hat man über die letzte Silberplatte der auf die erwähnte Art constituirten Säule einen Becher mit Wasser gekittet, so daß diese Silberplatte unter sich und über sich Wasser hat, und führt man nun den Draht, der die Verbindung von Pol zu Pol geben soll, in das Wasser dieses oben offenen Bechers: so wird die Silberplatte an ihrer untern Fläche Wasserstoffgas, an ihrer obern aber Oxyd geben. Die Vertheilung der Elektricität zeigt sich also hier an den Platten der Säule gerade wie in den Mitteldrähten eines Gasapparats.

XI) Unterbricht man die Continuität des Bogens, der den Kreis schließen soll, und bringt man eine Wassersäule zwischen die äußersten Spitzen der von jedem Pole kommenden Drähte: so findet in dieser Wassersäule das nämliche Statt, wie in jedem feuchten Leiter, der die Plattenpaare trennt. Das Spiel der Atmosphären wird aber in allen übrigen äußerst erhöht, und so von Paar zu Paar; wo dann die höchste Spannung, continuirlich ohne Entladung, ohne

Indiffe-

Indifferenzpunkt, und ohne ausgezeichnete elektrische Phänomene Statt finden muß.

Eine dritte Theorie des Galvanismus gründet sich auf chemische Verbindungen der galvanisch-elektrischen Materie mit andern Stoffen.

Nach Priestley's *) Hypothese ist Alles, was vom Zink im metallischen Zustande in der Säule zurückbleibt, und Alles, was mit dem Zinkende der Säule in Verbindung steht, mit Phlogiston übersättigt, während der Theil, der sich verkalkt, und was mit dem Silberende der Säule in Verbindung steht, des Phlogistons beraubt ist. Daher ist jenes in einem positiven, dieses in einem negativen Zustande, in Rücksicht des Phlogistons; und aus den Versuchen mit Volta's Säule scheine zu folgen, daß das einerley Ding, als positive und negative Elektricität ist, so daß das elektrische Fluidum und Phlogiston entweder dasselbe sind, oder doch in sehr naher Verbindung stehen. Das Silber scheine hauptsächlich als ein Leiter der Elektricität zu wirken; denn es werde in diesem Processe bloß an der Oberfläche hier und da geschwärzt, wahrscheinlich von dem Phlogiston, das es an diesen Stellen vom Zink erhalte. Das Wasser sey hierzu wesentlich nothwendig, weil es an der Gewichtszunahme des Metallkalks den größten Antheil habe, wo es ihn nicht ausschließlich bewirke. Diesem entsprechend habe er im Zinkkalke nichts als Wasser gefunden, ob es gleich wahrscheinlich sey, daß er eine geringe Menge Oxygen enthalte.

Die Versuche begünstigten die Hypothese zweyer Elektricitäten, der positiven, die Oxygen, und der negativen, die Phlogiston enthalte. Verbunden mit Wasser schienen sie die beyden entgegengesetzten Arten von Luft zu bilden, nämlich Lebensluft und brennbare Luft.

Er sehe aber keinen Grund, mit Volta irgend eine Circulation der elektrischen Materie in der Säule anzunehmen. Die Verkalkung des Zinks gebe so lange, als sie daure, immerfort Phlogiston her; höre sie auf, so sey sogleich die Wirkung

*) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. I. p. 198.

Wirkung der Säule zu Ende. Auch sehe er die Nothwendigkeit nicht ab, warum das eine Ende der Säule Silber, das andere Zink seyn solle; die Operation sey gerade dieselbe, wenn beyde Silber oder beyde Zink seyn, und er könne nicht begreifen, warum es nicht so seyn sollte.

Nach Herrn Parrot *) zerfällt die Theorie der Volta'schen Säule in zwey Haupttheile; eine Theorie der Entstehung und Uebertragung der beyden Elektricitäten durch alle Platten hindurch von einem Ende der Säule zum andern; und eine Theorie der durch galvanische Elektricität bewirkten Wasserzersetzung. In Ansehung der ersten nimmt Parrot folgende Lehrsätze an:

1) In der Volta'schen Säule hat der Druck als Druck einen wesentlichen Einfluß. Für einen gegebenen Grad von Nässe der Pappen gibt es nur einen Grad des Drucks, der das Maximum der Intensität der Wirkung erzeugt.

2) Die Oxydation der Platten in der Säule ist die Ursache, nicht die Wirkung der elektrischen Phänomene der Säule.

3) Die elektrischen Stoffe in der Volta'schen Säule sind dieselben, als die der gewöhnlichen Elektricität.

4) Der Hauptunterschied zwischen den galvanischen und gewöhnlichen elektrischen Phänomenen kommt von dem Unterschiede in der Erregungs- und Fortpflanzungsweise her.

5) Die elektrischen Stoffe sind verschiedener Modifikationen fähig, welche ihren Ursprung in den wägbaren Stoffen, woraus sie excitirt werden, haben.

6) Die Fortpflanzung der Elektricität von einem Ende der Säule bis zum andern geschieht bey starken Ladungen und vielen Platten mit Verlust.

7) Für die Anzahl der Platten gibt es ein Maximum einer Intensität, das durch keine Plattenzahl überschritten werden kann. In Rücksicht auf die Plattengröße sind die Gränzen der Intensität nicht zu bestimmen.

8) Die Gegenwart des atmosphärischen Oxygens befördert und erhöht die Wirkung der Säule.

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. XII. S. 50 ff.

9) Eine Veränderung, welche man will, an einer oder zwey Lagen in einer großen Säule, macht keine merkliche Aenderung im Resultate. Ein isolirender Körper zwischen den beyden Leitern in die Säule gesteckt, hebt alle Wirkung auf.

10) Wenn man eine nahmhafte Anzahl Platten umkehrt, d. h., in verkehrter Ordnung in die Säule einsetzt: so verhält sich der dadurch entstehende Verlust etwa wie die doppelte Anzahl der umgekehrten Plattenpaare.

11) Eine Folge mehrerer heterogenen Metalle, die einander berühren, als elektrische Kette gebraucht, ist für kleine Grade von Elektricität ein vollkommener Isolator. Hingegen ist eine Folge von eben so vielen, aber homogenen Metallstücken für dieselben Grade ein guter Leiter.

12) Die Eigenschaft der Metalle, sich schnell im Wasser zu oxydiren, ist im umgekehrten Verhältnisse der Leitungsfähigkeit für Elektricität.

13) Die Intensität in der Wirkung der Volta'schen Säule ist um so größer, je entfernter die Metalle von einander in beyden Metallen in der Reihe der Metalle nach der Leitungsfähigkeit sind.

Demnach ist die Volta'sche Säule eine Folge von Metallen, welche einander von der trockenen Seite berühren, von der nassen aber als Leiter dienen. Die Uebertragung beyder Elektricitäten von einer Platte zur andern geschieht durch Vertheilung vermöge dieser alternativen Isolirungen und Leitungen, und zwar auf folgende Art.

So oft eine Substanz ihre Form ändert, entsteht Elektricität. Dieser Satz wird durch alle bekannte Erfahrungen bestätiget. Der berührende feste Theil hat − E, der flüssig gewordene + E, und umgekehrt, wenn der Körper aus dem flüssigen Zustande in den festen tritt. Tritt er aus dem tropfbar-flüssigen in den elastischen Zustand, so hat die zurückgebliebene Flüssigkeit oder das Gefäß − E, das Gas + E.

Das Wasser zwischen den Platten der Säule wird durch die Verwandtschaft zu den Metallen zersetzt; das Oxygen desselben wird fest, und das Hydrogen elastisch-flüssig. Folg-

lich

lich entſteht auf der Oberfläche jeder ſich oxydirenden Platte die doppelte Elektricität. Die Platte erhält – E, das Gas aber + E. Die Schicht des Oxyds, welche entſteht, muß im Augenblicke ihrer Entſtehung als ein Iſolator beyder Elektricitäten angeſehen werden, ſonſt würden ſie ſich wechſelſeitig binden, welches nicht geſchieht. Jede ſchnelle Oxydation eines Metalles erweiſet dieſes, wo beyde E erzeugt werden, das – E im Metalle, das + E in der aufgegoſſenen Säure. Eine Wahrheit, welche den Grund zu Dr. **Oerſtedt's** galvaniſchem Apparate liefert.

Galvanoſkop, Galvanometer. (N. A.) Eine Vorrichtung, mittelſt welcher man die Stärke der Wirkungen verſchiedener **Volta'ſchen** Säulen mit einander vergleichen oder wohl gar meſſen kann. Der erſte, welcher einen Galvanometer vorſchlug, iſt der Ex-Profeſſor der Centralſchule im Ourthe Departement **Robertſon** [α]). Dieſer Galvanometer beſteht aus einer 2 Zoll langen und 1 Linie weiten Glasröhre, welche mit Waſſer gefüllt wird, und an deren einer Seite ein Draht von Silber, an der andern aber einer von Zink hineingebracht wird; beyde Drähte reichen ins Waſſer und ſtehen 1 Zoll von einander. Der Theil, wo ſich der Zink befindet, iſt in Zehntheile von Linien getheilet, wodurch man meſſen kann, wie viel von der Gaserzeugung in einer gewiſſen Zeit an Waſſer verzehrt wird. Es iſt auch an dieſer Stelle ein Hahn angebracht, um Waſſer hinein und Gas hinaus zu laſſen. Bey dieſer Einrichtung wird alſo vorausgeſetzt, daß ſich die Stärken und Wirkungen verſchiedener **Volta'ſchen** Säulen zu einander verhalte, wie die in einerley Zeit verzehrten Waſſermengen.

Herr **Simon** [β]) in Berlin, welcher das **Robertſon'ſche** Galvanometer noch nicht gekannt zu haben ſcheint, ſchlägt eine andere Einrichtung eines Galvanoſkops vor, welche ſich auf die Vorausſetzung einer natürlichen Folge des vorigen Satzes gründet, daß die Stärke der Wirkung der Säule im geraden Verhältniſſe

α) Journal de Paris. N. 362. vom 18. Septemb. 1800.
β) Gilbert's Annalen der Phyſik; B. VIII. S. 28 ff.

hältnisse der Räume stehe, welche die, vermittelst ihrer in einerley Zeit entwickelten Gasarten annehmen. Es wird nämlich eine Glasröhre (Fig. 40.) unten mit einem Korke, in welchem ein Platina oder Golddraht befestigt ist, verschlossen, selbige bis in c mit reinem Wasser gefüllt, und in ihre obere Mündung ein zweyter Platinadraht, nebst der krummen Röhre d und daran befindlichen Kugel und Röhre, befestiget. Die Kugel wird zur Hälfte mit einer gefärbten Flüssigkeit angefüllt, und die Röhre von so geringer Weite genommen, als es die deutliche Wahrnehmung der darin tretenden Flüssigkeit gestattet. Die krumme Röhre d muß mit einem kleinen Tubulus g versehen werden, der durch einen genau darin passenden Stöpsel luftdicht geschlossen werden kann, und wodurch man beym Oeffnen den Wasserstand in der Kugel und der Röhre f immer zu einerley Höhe zurückbringt. Wenn alsdann das Instrument mit den Enden einer Volta'schen Säule in Verbindung gesetzt wird: so treibt das sich entwickelnde Gas die Flüssigkeit in die Röhre f hinauf. Ihr Stand zeigt alsdann an einer dazu bestimmten Skale die Stärke der Wirkung in einer bestimmten Zeit an. Noch einfacher könnte diese Vorrichtung werden, wenn man unmittelbar im obern Theile der Röhre a b eine sehr enge Glasröhre befestigte, und bis in die Flüssigkeit reichen ließe.

Herr Seyffert in Dresden führte ein solches von Simon vorgeschlagenes Galvanometer aus, und fand es ungemein empfindlich. Indessen bemerkte er, sey auch dieses Galvanometer nicht von allen Mängeln frey. 1) Da die Gasarten, so wohl ihrer Quantität als Qualität nach, differiren, je nachdem a) das zum Versuche angewandte Wasser mehr oder weniger rein, b) die Temperatur, in der wir experimentiren, mehr oder minder hoch, und c) die Spitzen der Entbindungsdrähte mehr oder minder einander genähert sind: so wird es nothwendig, daß wir jedes Mahl, welches wohl nicht so leicht seyn dürfte, die Entbindungsröhre a b mit demselben reinen Wasser füllen, die Temperatur genau bestimmen, und die Drähte einander bis auf gleiche Ent-

fernung nähern, welches durch darauf bemerkte Grade wohl am beſten zu erreichen wäre. Aus dieſen und andern Gründen ſey es rathſam, ſich zweyer ſolcher Apparate ſtatt des einen zu bedienen, wovon der eine die Menge des entbundenen Sauerſtoffgas, der andere die des entwickelten Waſſerſtoffgas angäbe. — 2) Der Veränderlichkeit der atmoſphäriſchen Luſt, und des durch ſie beförderten Druckes wegen ſey es nothwendig, daß die das entwickelte Gas aufnehmende Röhre frey davon ſey. Geſetzt dieß wäre der Fall in dem über die Flüſſigkeit e f (ſie muß eigentlich bis an o der Skale reichen,) befindlichen Theile, wie werde es von e bis in die Röhre a b, deren zweckmäßige Füllung übrigens auch nicht ſo leicht ſey, geſchehen können? — 3) Werde die Gradſkale deßwegen mangelhaft ſeyn, weil eine Kraft, welche die Flüſſigkeit in der erſten Secunde, z. B. bis auf 3 Grade emportriebe, dieſelbe in der zweyten nicht bis auf 6 bringen würde, weil jetzt des durch die 3 Grade hohe Flüſſigkeitsſäule ausgeübten größeren Druckes wegen eine ſchwerere Laſt zu heben, und hierzu eine größere Kraſt erforderlich wäre. Eine andere Einrichtung eines chemiſchen Galvanometers hat der Prediger zu Weſel Herr Maréchaux *) angegeben. Er gebrauchte hierzu zwey 7 bis 8 Zoll lange Stücke von Barometerröhren, die eine nicht ganz $\frac{3}{4}$, die andere 1 Linie weit. Dieſe Röhren ſtehen vertikal auf einem dazu eingerichteten Fußgeſtelle und Fuß, und ein Meſſingdraht von Nro. 12. macht die Verbindung zwiſchen der zu zerſetzenden Waſſerfläche und dem Hydrogenpole. An beyden Röhren iſt die Einrichtung dieſelbe, und in einem Augenblicke ſind ſie voll Waſſer und luftdicht. Die Skale iſt nach Linien, 10 auf einen rheinl. Zoll, eingetheilt, und jede Linie 1 Grad.

Maréchaux ging davon aus, daß ſtets die waſſerzerſetzende Kraft der Säule im Verhältniſſe mit ihrer abſoluten elektriſchen Kraft ſtehen müſſe, wie beyde auch im übrigen von einander abhängen mögen. Wollte man dieſes auch noch

*) Gilbert's Annalen; B. XI. S. 123.

noch nicht zugeben, so bliebe doch immer wahr, daß eine Säule, die mehr Wasser zersetze oder mehr Wasserstoffgas liefere, in dieser Hinsicht stärker sey, als eine andere, die weniger gäbe. Um Alles zu entfernen, was einige Unterschiede erzeugen konnte, richtete er sein Instrument so ein, daß er zum Produkte, so viel sich solches thun ließ, nur das Wasserstoffgas erhielt; dieß allein gab ihm das Maß der Kraft der Säulen an.

Ehe er das Instrument mit einigem Erfolge brauchen konnte, müsse die Entfernung bestimmt werden, in welcher die beyden Gas und Oxyd erzeugenden Spitzen ihr Maximum von Wirksamkeit äußern. Waren die Entfernungen beyder Spitzen 8''', 5''', 3''', 1'''; so ergaben sich diese Resultate:

16°, 21°, 23°, 23°.

Drey Linien war der Abstand, den er wählte, um nicht durch allzu große Nähe ein zu großes Ueberströmen des Oxygengas zu veranlassen.

Sonst ist es leicht zu begreifen, daß ein jedes empfindliches Elektrometer als Galvanometer gebraucht werden könne.

Gas, atmosphärisches. (Zus. zur S. 604. Th. II.) In den ältern physikalischen Schriften nahm man die Menge der in der Atmosphäre befindlichen Kohlensäure sehr groß an, nähmlich 0,06. **Girtanner** schätzt sie auf 0,01; überhaupt fehlt es aber an sichern Erfahrungen. Nach zahlreichen Beobachtungen des Herrn **von Humboldt** ist die Mittelzahl für die gemäßigte Zone nahe an 0,015. Das Maximum, welches er fand, ist 0,018, das Minimum 0,005. Herr **von Saussüre** fand auf dem Gipfel des Montblanc noch Kohlensäure, welche wahrscheinlich durch kohlenstoffhaltige Flechten (lichen sulphureus), so wie weiter unten durch die Chloriterde und Hornblende hervorgebracht wird. In der Luft, welche **Garnerin** aus einer Höhe von 650 Toisen mitbrachte, war eben so viele Kohlensäure, wie damahls zu Paris. Nach diesen Erfahrungen scheint also die Kohlensäure kein zufälliger, sondern ein allgemein verbreiteter Zustand der Atmosphäre

mosphäre zu seyn. Das Regenwasser zeigte ihm keine Spur von Kohlensäure. Lange wiederhohlte Vergleichung des Anthracometers mit dem Hygrometer haben zwar gezeigt, daß im Sommer im Ganzen mehr Kohlensäure in der Atmosphäre ist, daß aber dieser Unterschied keines Weges in den hygrometrischen Verhältnissen des Luftkreises gegründet ist. Aus diesen Ursachen erhellet auch, daß wir die nächsten Ursachen des zunehmenden und abnehmenden Kohlensäuregehalts noch nicht zu bestimmen im Stande sind.

Aus Versuchen, welche der Herr von Humboldt über die Beschaffenheit des Luftkreises der gemäßigten Zone mit dem Eudiometer, dem Barometer, Elektrometer, Anthracometer, dem Saussür'schen und de Lüc'schen Hygrometer während sechs Monathen, täglich mehrere Mahl angestellt, sind die wichtigsten Resultate folgende: Wenn beym trüben Wetter die Dünste sich auflösen, die Wolken verschwinden, und des Himmels Gewölbe sich blau färbt, so nimmt meisten Theils die Sauerstoffmenge des Luftkreises zu; dagegen nimmt sie meistens ab, wenn am blauen heitern Himmel das Cyanometer vom 20° bis 7° übergeht, und wenn Regen- oder Schneewolken sich bilden. Schlackiges Wetter, besonders Hagel mit Schnee gemischt, kündigt die geringste Sauerstoffmenge an. Beym Nebel mit starker negativer Elektricität, indem die Wasserdünste sich auflösen, ist die Luft sehr reich an Sauerstoff. Das Schmelzen des Schnees, bisweilen das Fallen eines großflockigen, leicht zergehenden Schnees verbessert den Luftkreis. Eine ähnliche Verbesserung wird häufig bey den im Frühjahre gewöhnlich wohlriechenden Strichregen bemerkt, bey welchen die Elektricität häufig aus der positiven in die negative übergeht. Die Verminderung bey der Bildung des Regens leitet von Humboldt aus dem Verschlucken desselben durch das gebildete Wasser her, oder durch die Umhüllung der Dunstbläschen durch sauerstoffreichere Atmosphären. Das Maximum des Sauerstoffgehaltes fand er 0,290, und das Minimum 0,256. Die elektrische Ladung des Luftkreises fand er stets positiv, negativ war sie nur auf

einzelne Minuten. Bey sehr tief ziehenden Wolken war das E meist 0. Beym Schneyen aber bemerkte der Herr **von Humboldt** oft denselben Wechsel zwischen + und − E, welchen Herr **Lampadius** beym Gewitter wahrnahm. Am stärksten und schnellsten aus + in − wechselt sie im Nebel. Hagelwetter ist anhaltend negativ.

John Dalton *) hat ganz neue Ansichten über die Beschaffenheit der atmosphärischen Luft aufgestellt. Er bemerkt, daß die neuere Chemie dargethan habe, daß die Atmosphäre aus verschiedenen elastischen Flüssigkeiten bestehe, welche sich durch eigenthümliche Eigenschaften unterscheiden. Da sie aber doch alle in ihrer Elasticität übereinstimmen, indem die Repulsivkraft zwischen den Theilchen in umgekehrten Verhältnissen ihrer Entfernung von einander stehen: so schienen die neueren Physiker angenommen zu haben, daß dasselbe Gesetz der Repulsion auch zwischen je zwey Theilchen der verschiedenartigen elastischen Flüssigkeiten, so gut als zwischen je zwey Theilchen derselben Flüssigkeit gelte. Diese stillschweigende Annahme schien ihm indeß sehr unglücklich und der Grund mancher Verwirrung und Ungewißheit zu seyn, in welche die Physiker und Chemiker sich ohne sie nicht würden verstrickt haben.

Ueber das Verhalten je zweyer Theilchen solcher verschiedenartigen Flüssigkeiten gegen einander ließen sich vier verschiedene Hypothesen aufstellen:

1) Die Theilchen der verschiedenartigen Flüssigkeiten üben gegen einander dieselbe, oder

2) eine größere oder kleinere Repulsivkraft aus, als gegen die gleichartigen Theilchen ihrer Flüssigkeit, oder

3) sie stoßen sich gar nicht zurück, sind also in Beziehung auf einander ganz unelastisch, und daher auch in ihren gegenseitigen Wirkungen auf einander den Gesetzen nichtelastischer Körper unterworfen, oder

4) die Theilchen der einen Flüssigkeit haben zu den Theilchen der andern chemische Verwandschaft, und ziehen sich daher an.

Nach

*) *Nicholson* journal of natural philosophy. Tom. V. p. 241.

Nach der ersten Hypothese müßten, wenn man von zwey elastischen Flüssigkeiten A, B, die ein gleiches specifisches Gewicht haben, von der ersten m, von der andern n Maß im pnevmatischen Apparate, bey dem gewöhnlichen Luftdrucke von 30 englischen Zollen Quecksilberhöhe, mit einander mischt, beyde ein Volumen von m + n Maßen einnehmen, und immerfort in demselben Zustande bleiben, worin sie sich befanden, als sie in den Apparat kamen. Wäre dagegen A specifisch leichter als B, so müßte A den obern, B den untern Theil des Apparats einnehmen, ihr Volumen aber unverändert dasselbe bleiben. In beyden Fällen litten alle Theilchen der vermischten Flüssigkeiten einen gleichen Druck, nämlich von 30 englischen Zollen Quecksilberhöhe.

Wenn der zweyten Hypothese gemäß, die Theile der Flüssigkeiten A und B sich gegenseitig stärker oder schwächer, als die gleichartigen Theilchen derselben Flüssigkeit zurückstießen: so würden zwar immer noch m Maß von A und n Maß von B zusammen einen Raum von m + n Maßen einnehmen, und jedes Theilchen beyder würde dabey einerley Druck, nämlich von 30 engl. Zollen Quecksilberhöhe, leiden; aber beyde Flüssigkeiten ließen sich nicht mit einander vermischen, wofern nicht die Repulsivkräfte, welche ihre Theilchen gegen einander ausüben, sich wie die Cubikwurzeln des specifischen Gewichtes dieser Theilchen verhalten; oder, welches auf dasselbe hinausläuft, wofern nicht beyde Flüssigkeiten von einerley specifischem Gewichte sind.

Wenn, nach der dritten Hypothese, die Theilchen beyder Flüssigkeiten weder eine Repulsion noch eine Anziehung auf einander äußerten: so würden wiederum m Maß von A, und n Maß von B den Raum von m + n Maßen einnehmen. Dabey würden aber beyde Flüssigkeiten, wie auch ihr specifisches Gewicht beschaffen wäre, in sehr kurzer Zeit, wo nicht augenblicklich, aufs gleichförmigste durch einander verbreitet und aufs innigste gemischt seyn, so daß jede einzeln genommen in dieser Mischung durchaus von gleichförmiger Dichtigkeit wäre. Und zwar, setzt man die Dichtigkeit der gemischten

Flüssigkeit = 1, müßte die Dichtigkeit der Flüssigkeit $A = \frac{m}{m+n}$, und die der Flüssigkeit $B = \frac{n}{m+n}$ seyn. Denn wenn die Theilchen lediglich von den gleichartigen Theilchen derselben Flüssigkeit zurückgestoßen werden, so müssen sie sich durch ein dünnes Mittel gerade so verbreiten, als im leeren Raume, da jedes Partikelchen von dem benachbarten gleichartigen möglichst weit zurückgetrieben wird, höchstens würde das Verbreiten der Flüssigkeiten durch einander etwas retardirt. Der Druck auf jedes Theilchen ist in diesem Falle nicht, wie zuvor, der Dichtigkeit der gemischten Flüssigkeit, sondern der Dichtigkeit der Theilchen ihrer eigenen Art proportional, und beträgt mithin auf ein Theilchen der Flüssigkeit A nur $\frac{m}{m+n}$. 30 englische Zoll Quecksilberhöhe, und auf jedes Theilchen der Flüssigkeit B nur $\frac{n}{m+n}$. 30 engl. Zoll Quecksilberhöhe. Denn diese Pressungen entstehen lediglich durch die Theilchen ihrer eigenen Art.

Kommen, der vierten Hypothese gemäß, zwey elastische Flüssigkeiten A und B zusammen, deren ungleichartige Theilchen, statt sich abzustoßen, sich gegenseitig anziehen, so coalesciren je zwey oder mehrere Theilchen mit einander, und es entsteht eine gemischte Flüssigkeit von eigenthümlichen Eigenschaften. Bleibt sie ein elastisches Fluidum von derselben Temperatur, so werden m Maß von A und n Maß von B einen kleinern Raum, als den von m + n Maßen, einnehmen, und die gemischte Flüssigkeit wird specifisch schwerer seyn, als die beyden einzeln; dieses ist wenigstens das Wahrscheinlichste.

Nun kommt es darauf an, welche dieser Hypothesen ausgemachte Thatsachen in der Natur am besten erkläret.

Werden zwey Gasarten von verschiedenem specifischen Gewichte, z. B. Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, in dasselbe Gefäß gesperrt, so finden sie sich immer beyde durch die ganze Capacität des Gefäßes gleichförmig verbreitet, gegen

gen die Gesetze der Hydrostatik. Was die elastischen Dämpfe von Flüssigkeiten betrifft, so kann Wasserdampf bey einer Temperatur unter 212° Fahrenh. wahrscheinlich keinen Druck ertragen, der dem der Atmosphäre gleich ist; Alkoholdampf erfordert eine Höhe von 175° Fahrenheit, und Aetherdampf eine Wärme von 100 bis 105° Fahr., um unter dem Drucke von 30 engl. Zollen Quecksilberhöhe, überhaupt nur gebildet zu werden, und doch sehen wir täglich die Flüssigkeiten, aus denen sie entstehen, in viel niedrigern Temperaturen verdunsten.

Die erste dieser Thatsachen läßt sich weder mit der ersten, noch mit der zweyten Hypothese vereinigen; und um diese Hypothesen mit der zweyten Thatsache zu vereinigen, muß man seine Zuflucht zu einer neuen Hypothese nehmen, daß nämlich die Gasarten, welche die Atmosphäre ausmachen, als ein allgemeines Auflösungsmittel wirken, und alle Flüssigkeiten, ohne Ausnahme, mehr oder minder auflösen; eine Annahme, welche indeß nicht ohne Schwierigkeit ist; denn das specifische Gewicht der Gasarten wird durch diesen Proceß vermindert, statt vermehrt zu werden, und die aufgelösete Flüssigkeit verschluckt Wärme, gerade so, als würde sie in eine besondere elastische Flüssigkeit verwandelt.

Nimmt man dagegen die dritte Hypothese an, so fällt alle Schwierigkeit bey der Erklärung beyder Thatsachen, und jeder andern, weg, und sie sind vollkommen verständlich. Daß Gasarten von noch so verschiedenem specifischen Gewichte sich innig mischen, und durch den ganzen Raum verbreiten müssen, ist eine nothwendige Folge aus dieser Hypothese. Dämpfe von Wasser und jeder andern Flüssigkeit, die sich nicht chemisch mit dem Stickgas oder dem Sauerstoffgas, oder einer andern Gasart der Atmosphäre verbindet, können dieser Hypothese gemäß bey jeder Temperatur der Atmosphäre in ihr aus lauter verschiedenen Flüssigkeiten, und ganz unabhängig von dem Drucke derselben auf die Oberfläche der Erde, bestehen, da jeder andere Druck als der, der aus der Schwere ihrer eigenen Theilchen entsteht, auf sie nicht den mindesten Einfluß hat, und jeder Druck in Rücksicht des

Drucks sich unter denselben Umständen befindet, als wäre er die einzige elastische Flüssigkeit, welche die Atmosphäre bildet.

Nach Dalton scheint die Atmosphäre im Ganzen ein Zusammengesetztes hauptsächlich aus vier Flüssigkeiten oder aus vier besondern Atmosphären zu seyn: von Stickgas, welches an der Oberfläche der Erde im Mittel einen Druck von 21,2 engl. Zollen Quecksilberhöhe ausübt; von Sauerstoffgas, dessen Druck im Mittel 7,8 engl. Zoll Quecksilberhöhe beträgt; aus Wasserdampf, dessen Druck an der Erdoberfläche von 1 Zoll bis auf 0,1 Zoll Quecksilberhöhe und weniger, nach Verschiedenheit des Klima und der Jahrszeit variirt; und aus kohlensaurem Gas, dessen Druck an der Erdoberfläche $\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilberhöhe betragen mag. Alle diese Gasarten und der Dampf drucken einzeln, und sind in dem Drucke, den sie auf der Oberfläche der Erde ausüben, von einander unabhängig. Eine dieser elastischen Flüssigkeiten kann fortfallen, oder die Anzahl derselben kann vermehrt werden, ohne daß dieses auf die andere wesentlich Einfluß hätte, oder die Dichtigkeit derselben im mindesten veränderte.

Die von Dalton vorgetragene Hypothese fordert unumgänglich, daß die Kraft der Dämpfe irgend einer Flüssigkeit lediglich von der Temperatur abhange, und daher in allen Gasarten dieselbe, als in einem luftleeren Recipienten, sey. Daß dieß wirklich der Fall sey, hat er durch Versuche mit verschiedenen Flüssigkeiten dargethan.

Gas, kohligsaures, gasförmiges Kohlenstoffoxyd. (Gas oxyde de carbone.) (N. A.) Eine vor einigen Jahren neu entdeckte Gasart. Priestley's öftere Anfälle gegen das antiphlogistische System gaben die nächste Veranlassung zur Entdeckung dieses Gas. Einer seiner Haupteinwürfe gegen dieses neuere System war dieser, daß Hammerschlag mit sorgfältig getrockneten Kohlen vermischt in der Glühehitze brennbare Luft im größten Uebermaße entwickele, statt daß sich, nach Lavoisier's Systeme unter diesen Umständen bloß kohlensaures Gas hätte bilden sollen. Diese

Erschei-

Erscheinung ist nach seiner Behauptung mit den Gründen der neuern Chemie nicht vereinbar, hingegen nach dem phlogistischen Systeme leicht daraus begreiflich, daß der Hammerschlag Wasser als Bestandtheil enthält. Denn, indem sich das Phlogiston der Kohle mit dem Hammerschlage verbindet, und solches reducirt, tritt das Wasser mit der Kohle zu brennbarer Luft zusammen, wie das der Versuch mit Wasserdämpfen, welche man über rothglühende Kohlen wegstreichen läßt, beweiset.

Adet *) suchte Priestley's Behauptung zu widerlegen, und bemerkte, es sey bekannt, daß Kohlen den Wasserstoff hartnäckig zurückbehalten; es sey vielleicht unmöglich, ihn auf andere Art gänzlich zu scheiden, als wenn man ihn nöthiget, eine neue Verbindung einzugehen; daher könne man sich nicht verwundern, daß Kohle mit Hammerschlag behandelt eine gewisse Menge brennbares Gas mit dem kohlensauren Gas entwickelten. Dieser Meinung scheinen auch selbst Berthollet und Fourcroy beyzutreten; allein die Menge des hierbey sich bildenden brennbaren Gas, und die Umstände, unter welchen es erscheint, sind so beschaffen, daß diese Erklärung nicht genügte, und daß nicht allein Priestley in seinem letzten, unter dem Artikel Brennstoff, angeführten Werke gegen die französischen Chemiker sich glücklich vertheidigte, sondern daß auch selbst eifrige Vertheidiger des neuern Systems Priestley beystimmten.

Der merkwürdige Umstand, daß sich wirklich aus Hammerschlag und Kohle eine brennbare Luft entbinde, machte besonders den Herrn Cruikshank in England aufmerksam, und er stellte hiermit eine Reihe von Versuchen an, deren Resultat dieses war, daß Priestley's brennbare Luft wirklich eine neue brennbare Luftart sey. Dieser ist also der eigentliche Entdecker dieser neuen Gasart, obgleich einige, wie ich weiter unten anführen werde, die Erfindung derselben den französischen Chemikern, besonders dem Hrn. Desormes, beylegen.

*) Réflexions sur la doctrine du phlogistique etc. par *Priestley*; ouvrage trad. et suivi d'une réponse par *l'Adet*. Paris an 6.

Bey der Wiederhohlung von Priestley's Versuchen nahm Cruikshank *) zwey Schmelztiegel, in deren einen Hammerschlag, und in den andern, auf den ein Deckel lutirt war, Kohlenpulver gethan, und eine halbe Stunde lang stark durchgeglühet wurden; hierauf wurde beydes noch warm unter einander gemischt, und in eine kleine beschlagene Glasretorte geschüttet, welche durch eine Röhre mit der pnevmatisch-chemischen Wanne verbunden wurde. Hierauf verstärkte Cruikshank das Feuer allmählich, und als die Retorte zu glühen anfing, entband sich das Gas in großer Menge, welches über 2 Stunden lang währte, so daß mehrere Gefäße damit angefüllt wurden, deren Gas jedes nachher besonders untersucht wurde. Im Ganzen hatten sich an Gas 150 Unzenmaße (Troy) entwickelt. Auf 1 Theil kohlensaures Gas enthielt das Gas im ersten Gefäße 4 Theile, das im zweyten und dritten Gefäße 5 Theile, und das zuletzt übergehende 6 Theile brennbares Gas. Um eine noch größere Hitze geben zu können, wiederhohlte er diesen Versuch in einer eisernen Retorte; die Mischung der Gasart blieb dabey dieselbe, wie zuvor, nur entwickelte sie sich in viel größerer Menge; und er erhielt aus höchstens 2 Unzen Hammerschlag und Kohle mehrere Gallonen Gas.

Da mit andern Metalloxyden gleiche Resultate zu erwarten waren, so nahm er zuerst sublimirtes Zinkoxyd, welches völlig wie der Hammerschlag behandelt wurde. Beym Glühen der Glasretorte ging Gas in Strömen über, im Ganzen 90 Unzenmaße. Das zuerst übergehende enthielt auf 1 Theil kohlensaures Gas 9 Theile, das Gas im zweyten Gefäße 26 Theile brennbare Luft, und das zuletzt übergehende war reine brennbare Luft. Nach Endigung des Versuchs fand sich im Halse der Retorte eine Menge metallischen Zinks. Rothes Kupferoxyd gab mit Kohle 64 Unzenmaß Luft, die kohlensaures und brennbares Gas anfangs im Verhältnisse 10:1, dann von 3:11, endlich ganz reines brennbares Gas gaben. Zu Ende des Versuchs fand sich das Kupfer

*) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Tom. V. p. 1.

Kupfer in kleinen regulinischen Kügelchen mit der Kohle vermischt. Möglichst getrocknete Bleyglätte gab 40 Unzenmaße kohlensaures und brennbares Gas, beyde anfänglich zu gleichen Theilen, dann im Verhältnisse 1:3, zuletzt reines brennbares Gas. Das Bley fand sich reducirt in kleinen Kugeln mit der Kohle vermengt. Endlich gab schwarzes Braunsteinoxyd 38 Unzenmaße Gas, anfänglich größten Theils kohlensaures, zuletzt bloß brennbares Gas.

Aus diesen Versuchen schloß **Cruikshank**, daß

1) alle Metalloxyde, welche die Rothglühehitze vertragen, mit Kohlen gemischt in dieser Hitze nicht bloß kohlensaures Gas, sondern auch sehr vieles brennbares Gas entwickeln; daß

2) diejenigen Metalloxyde, welche ihren Sauerstoff am schwersten fahren lassen, das meiste brennbare Gas geben, indeß diejenigen, welche es am leichtesten hergeben, verhältnißmäßig das meiste kohlensaure Gas entbinden; daß

3) das kohlensaure Gas hauptsächlich zu Anfange des Processes, dagegen das meiste und reinste brennbare Gas zu Ende desselben übergeht.

Es war zu vermuthen, daß sich das brennbare Gas, welches sich in diesen Fällen entbindet, von allen bekannten Arten des Kohlenstoff-Wasserstoffgas wesentlich unterscheide. Dieß zeigte sich auch durch das specifische Gewicht des Gas aus Hammerschlag, welches, nachdem Kalkwasser alles kohlensaure Gas davon abgeschieden hatte, bestimmt, und nur um $\frac{1}{23}$ geringer als das der atmosphärischen Luft gefunden wurde, inzwischen alle bekannten Arten des Kohlenstoff-Wasserstoffgas um sehr vieles mehr leichter, als die atmosphärische Luft sind.

Nach manchen Versuchen fand er, daß, wenn 4 Unzenmaße des so gereinigten brennbaren Gas mit 2 Maß Sauerstoffgas in einer starken gläsernen Retorte über Quecksilber durch einen elektrischen Funken entzündet wurden, dieses Gasgemisch sich bis auf $3\frac{1}{5}$ Maß verminderte, welche von Kalkwasser bis auf $\frac{1}{4}$ Maß gänzlich verschluckt wurden. Dieser letzte Rückstand war reines Sauerstoffgas, wie sich durch Salpetergas zeigte. Hieraus erhellet, daß 8 Maße dieses brenn-

brennbaren Gas $3\frac{1}{2}$ Maß reines Sauerstoffgas nöthig hatten, um sich damit völlig zu sättigen, wobey 6 Maß kohlensaures Gas und etwas Wasser gebildet wurden. Die große Menge kohlensaures Gas, welche die brennbare Luft gibt, wenn sie mit Sauerstoffgas abgebrannt wird, unterscheidet sich ganz vorzüglich von den übrigen brennbaren Gasarten. In 6 Maß kohlensaurem Gas sind wenigstens 7 Maß Sauerstoffgas enthalten. Da nun vor dem Verpuffen nicht mehr als $3\frac{1}{2}$ Maß Sauerstoffgas waren zugesetzt worden, so mußte der übrige Sauerstoff schon zuvor und ursprünglich mit dem brennbaren Gas verbunden seyn. Es ist also dieses ein Oxyd in Gasform, welches sich zum kohlensauren Gas gerade so verhalten muß wie Salpetergas zur Salpetersäure, daher es **Cruikshank** mit dem Nahmen **gasförmiges Kohlenstoffoxyd** belegt.

Das brennbare Gas, welches sich aus den übrigen mit Kohle vermischten Metalloxyden verbunden hatte, stimmte in allen Eigenschaften mit diesem überein. Mit atmosphärischer Luft vermischt brennen sie alle ohne Explosion mit einer schwankenden blauen Flamme, und es bildet sich dabey viel kohlensaures Gas mit wenig Wasser. Mit Salpeterluft vermischt verbindet diese Luft sich nicht merklich; ein Beweis, daß der Sauerstoff darin nicht lose und frey, sondern chemisch gebunden ist.

Priestley's Versuch mit Hammerschlag und kohlensaurem Baryt, ganz auf dieselbe Art, wie die vorigen, wiederhohlt, gab ihm ebenfalls dieselben Resultate. Ehe die beschlagene und gut ausgetrocknete Glasretorte zum Glühen kam, ging nichts als kohlensaures Gas mit etwas Stickgas, dagegen wenige Minuten, nachdem sie angefangen hatte roth zu scheinen, eine Mischung über, die auf 5 Theile kohlensaurem Gas 2 Theile gasförmiges Kohlenoxyd enthielt; im Ganzen 30 Unzenmaße Gas. Aus einer irdenen Retorte, welche einen größern Grad von Hitze aushielt, bekam er 90 Unzenmaße Gas von derselben Mischung. Da das gasförmige Kohlenstoffoxyd in diesem Versuche unstreitig daher rührte,

daß

daß das sich entwickelnde kohlensaure Gas in diesen hohen Graden von Hitze durch das Eisen zersetzt wurde: so vermuthete er einen noch auffallenderen Erfolg, wenn er Eisenfeile statt Hammerschlag nähme, da jene mehr Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, als dieser. Er vermischte daher gewöhnlichen kohlensauren Kalk, nachdem er 10 Minuten lang in schwacher Rothglühehitze getrocknet worden, mit gleichviel reiner, möglichst getrockneter Eisenfeile, und brachte beyde in eine eiserne Retorte. Als diese anfing, roth zu scheinen, strömte Gas in großer Menge über. Reicher entwickelten sich davon mehrere Gallons, und zwar im Durchschnitte 1 Theil kohlensaures Gas, 4 bis 5 Theile Kohlenoxydgas. Daß hier Eisenfeile so viel Gas mehr als Hammerschlag gaben, ist ein offenbarer Beweis, daß hierbey wirklich das Eisen die Kohlensäure zersetzte. Aetzender Kalk gab nur sehr wenig Gas mit Eisenfeile; völlig rein von Kohlensäure würde es wahrscheinlich gar kein Gas entbunden haben, welches eben den erwähnten Ursprung des Gas beweiset.

Das meiste gasförmige Kohlenoxyd erhielt Cruikshank durch Zersetzung des kohlensauren Gas, da es sich hierbey weder mit Wasser noch mit Wasserstoff vermischt.

Priestley sagt in seinen observations, beyde Gasarten kämen in ihren Eigenschaften mit den der brennbaren Luft aus genäßten Kohlen sehr nahe überein. Cruikshank fand dieß indeß bey genauerer Untersuchung nicht ganz richtig. Die Luft, welche aus einer glühenden beschlagenen Glasretorte, worin sich befeuchtetes Kohlenpulver befand, überging, enthielt anfänglich auf drey Theile kohlensaures Gas 19 Theile, die in der Mitte des Processes 55 Theile, und zuletzt nichts als ganz reines Kohlenstoff-Wasserstoffgas, und es gingen mehrere Gallons Gas über. Das specifische Gewicht dieses Gas betrug, nachdem es durch Schütteln mit Kalkwasser von allem beygemischten kohlensauren Gas befreyet war, $\frac{11}{23}$ vom specifischen Gewichte der atmosphärischen Luft, war also in dieser Hinsicht wesentlich verschieden von dem noch ein Mahl so schweren gasförmigen Kohlenoxyd. Als er es in einem

einem Recipienten mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas verbrannte, bildete sich eine beträchtliche Menge Wasser, das sich an die Wände in Tropfen anlegte, auch viel kohlensaures Gas. Wurden 6 Maß dieses gut gewaschenen Gas mit 4 Maß Sauerstoffgas über Quecksilber durch einen elektrischen Funken detonirt, so blieb nur ein Rückstand von $2\frac{1}{2}$ Maß, welcher gänzlich aus kohlensaurem Gas bestand. Wieder eine merkwürdige Verschiedenheit dieses Kohlen-Wasserstoffgas von den gasförmigen Kohlenoxyden, die mit einer gleichen Menge Sauerstoffgas sich wenigstens zu 14 Maß kohlensauren Gas vereinigt, und dabey sehr wenig oder gar kein Wasser gebildet haben würden.

Aehnliche vergleichende Versuche stellte er mit den meisten der bekannten Arten des Kohlen-Wasserstoffgas an, fand aber keine, die irgend eine bemerkbare Menge von Sauerstoff enthalten hätte. Die reinsten Arten des Kohlen-Wasserstoffgas erhielt man aus Kampher oder aus Aether, indem man die Dämpfe derselben durch eine glühende Röhre trieb; aus thierischen Stoffen und aus einigen Vegetabilien durch zerstörende Destillation, und was er nicht erwartete, in der Sumpfluft, welche er bisher mit der durch die Destillation aus angefeuchteten Kohlen erhaltenen für völlig ähnlich hielt. Alle diese reineren Arten des Kohlen-Wasserstoffgas haben genau einerley Eigenschaften. Sind sie vom kohlensauren Gas völlig gereiniget, so beträgt ihr specifisches Gewicht $\frac{2}{3}$ von dem der atmosphärischen Luft; 2 Maß derselben erfordern nicht weniger als $3\frac{1}{4}$ Maß Sauerstoffgas, um sich ganz mit Sauerstoff zu sättigen, und geben dann $2\frac{1}{4}$ Maß kohlensaures Gas und etwas Wasser. Eine ihrer merkwürdigsten Eigenschaften ist diese, daß, wenn sie mit $\frac{2}{3}$ ihres Volumens Sauerstoffgas vermischt werden, elektrische Funken, die man hindurch schlagen läßt, das Volumen des Ganzen nicht vermindern, sondern vermehren, obschon sich dabey kohlensaures Gas bildet. Nach einem Mittel aus mehreren Versuchen dehnten sich 6 Maß Kohlen-Wasserstoffgas und $4\frac{1}{2}$ Maß Sauerstoffgas, die durch einen elek-

trischen

trischen Funken über Quecksilber entzündet, heftig explodirten, bis auf $12\frac{3}{4}$ Maß, oder um beynahe $2\frac{1}{2}$ Maß aus. Die übrigen $10\frac{1}{3}$ Maß enthielten, wie Salpetergas bewies, keinen freyen Sauerstoff; und erforderten ungefähr $5\frac{1}{4}$ Maß Sauerstoffgas, um sich gänzlich mit Sauerstoff zu sättigen, wodurch 5 Maß kohlensaures Gas entstanden. Man sieht hieraus, daß ungeachtet der anscheinenden Veränderung des Kohlen-Wasserstoffgas durch die erste Explosion, doch die Endresultate nicht merklich verschieden ausfielen, da die Verhältnisse des Kohlen-Wasserstoffgas, des Sauerstoffgas und des erzeugten kohlensauren Gas dabey dieselben, wie zuvor, bleiben. Bey mannigfaltigen Abänderungen dieser Versuche blieben die Resultate stets dieselben.

Auch wenn man Alkoholdämpfe durch eine roth glühende Röhre steigen läßt, erhält man eine Art Kohlen-Wasserstoffgas, welches aber in seinen Eigenschaften von dem auf ähnliche Art aus Aether erhaltenen sehr verschieden ist. Mit Kalkwasser tüchtig geschüttelt vermindert es sich sehr wenig oder gar nicht, welches anzuzeigen scheint, daß reiner Weingeist keinen Sauerstoff enthält. Das specifische Gewicht desselben beträgt $\frac{1}{2}\frac{2}{3}$ von dem der atmosphärischen Luft; das Gas aus Aether $\frac{1}{2}\frac{5}{3}$. In einem Gefäße mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft verbrennt bildet es viel kohlensaures Gas, und eine ansehnliche Menge Wasser. 4 Maß erfordern $4\frac{2}{3}$ Maß Sauerstoffgas, um sich damit zu sättigen, und gaben 3 Maß kohlensaures Gas und Wasser, indeß 4 Maß Aethergas 7 Maß Sauerstoffgas zur Sättigung erfordern, und damit $4\frac{1}{2}$ Maß kohlensaures Gas und Wasser erzeugen. Hierdurch erhellet die Verschiedenheit beyder Gasarten. Auch sieht man, daß Aether weniger Kohlenstoff und mehr Wasserstoff als der Weingeist enthält; jener nämlich beyde im Verhältnisse von 3:1, dieser im Verhältnisse 4:1; womit das sehr gut übereinstimmt, daß beym Processe der Aetherbildung sich Kohlenstoff abscheidet.

Aus allen diesen Versuchen erhellet, daß keine der bekannten Arten des Kohlen-Wasserstoffgas mit den gasförmigen

gen Kohlenoxyden in ihrem Wesen übereinstimmen, da sie viel specifisch leichter als diese sind, und in ihrer Verbindung mit einer gegebenen Menge Sauerstoff viel weniger kohlensaures Gas, als diese, bilden.

So wie das gewöhnliche Kohlen-Wasserstoffgas aus Kohlenstoff, der mit Wasser chemisch gebunden, oder darin aufgelöset ist, besteht: so sind unstreitig die gasförmigen Kohlenoxyde nichts anders als Kohlenstoff, der mit Sauerstoff chemisch gebunden oder darin aufgelöset, und durch Wärmestoff in den Gaszustand versetzt ist. Daß sie Sauerstoff enthalten, erhellet 1) aus der geringen Menge von Sauerstoff, welcher erfordert wird, um sie in kohlensaures Gas zu verwandeln; 2) daraus, daß man sie aus einem Gemenge von Metalloxyd und Kohle, die beyde im Zustande möglichster Trockniß sind, übertreibt, wobey das Oxyd sich reducirt, indem es seinen Sauerstoff zur Bildung des gasförmigen Kohlenoxyds und von kohlensaurem Gas hergibt; und 3) daraus, daß sie sich durch Zersetzung von kohlensaurem Gas bilden, wie das z. B. in den Versuchen mit Eisenfeile und Kalk u. s. w. der Fall ist. Das gasförmige Kohlenoxyd steht in eben dem Verhältnisse zum reinen Kohlen-Wasserstoffgas und kohlensauren Gas, wie die Salpeterluft oder gasförmiges Stickstoffoxyd zum reinen Stickstoffe und zur Salpetersäure.

Aus diesem Allen sind nun auch die Einwürfe hinreichend beantwortet, welche Priestley aus seinen Versuchen mit Hammerschlag und Kohle u. s. w. dem neuern Systeme der Chemie entgegenstellte. Die gasförmigen Kohlenoxyde sind ganz etwas anders, als wofür er sie hielt, und Wasser wird zu ihrer Erzeugung keines Weges wesentlich erfordert. Daher sich aus ihrer Entbindung aus Hammerschlag nicht auf Wasser, als Bestandtheil des Hammerschlags schließen läßt.

James Woodhouse *) machte verschiedene Bemerkungen über einige Einwürfe des Dr. Priestley gegen das antiphlo-

*) Observations on certain objections of D. *Priestley's* to the antiphlogistic system of chemistry.

antiphlogistische System, und führte dabey ähnliche anomale Bildungen von brennbarem Gas an. Dieser glaubte nach wiederhohlten mit der größten Genauigkeit angestellten Versuchen gefunden zu haben, daß der Hammerschlag wirklich, wie Priestley behaupte, Wasser zu seinem Bestandtheile besitze, und daß seine Behandlung Resultate gebe, die Priestley's Vorstellungen günstiger seyn, als den der französischen Chemiker.

Erhitzt man den Hammerschlag mit Kohle, die für sich beym Erhitzen kein Gas mehr gibt, so erhält man eine große Menge kohlensaures Gas und einer kohlenstoffhaltenden brennbaren Luft, gerade so, als wenn man Wasserdämpfe über glühende Kohlen hinstreichen läßt. 8 Unzen Hammerschlag und ½ Unze Kohlen gaben so z. B. von beyden Gasarten 602 Unzenmasse, wobey das Eisen sich völlig reducirte, und zugleich das Wasser in der hydropnevmatischen Röhre braun, wie Silberpräcipitat gefärbt wurde. Bestände nun der Hammerschlag, wie es Lavoisier behauptet, bloß aus Sauerstoff und Eisen, so müßte sich hierbey lediglich kohlensaures Gas entbinden, wie das z. B. mit dem rothen Quecksilberoxyd der Fall ist. Er scheint daher wirklich Wasser zu enthalten.

Zugleich, sagt Woodhouse, enthält er Sauerstoff, obgleich Priestley die Anwesenheit dieses Stoffes im Hammerschlage läugnet. Denn die Luft, die sich entbindet, wenn man Wasserdämpfe über glühende Kohlen gehen läßt, oder wenn man Kohle und Wasser in einer irdenen Retorte erhitzt, hält nie mehr als 0,3 Theile kohlensaures Gas, indeß in der Luft aus Hammerschlag und Kohle 0,5 kohlensaures Gas vorhanden sind. Wie wäre ein solcher Unterschied möglich, enthielte der Hammerschlag nur Wasser, und nicht auch Sauerstoff?

Bey einer Mischung von 2 Unzen Hammerschlag und 1 Drachme Kohle erhielt er zuerst 0,4 Theile kohlensaures Gas. Als eine Mischung von 2 Drachmen Hammerschlag und 1 Drachme Kohle in ein rothglühendes Eisenrohr gebracht wurden, entbanden sich daraus 60 Unzenmaß kohlensaures Gas,

Gas und brennbare Luft, und zwar enthielt das zuerst übergehende Gas 0,2, das zuletzt übergehende 0,25 Theile kohlensaures Gas.

Woodhouse machte hierbey zuerst auf die außerordentliche Menge des brennbaren Gas aufmerksam, welches Kohlen, so wie sie von einem Haufen genommen werden, zuletzt bey der Destillation, und in einem so viel reichlicheren Maße, als mit Wasser befeuchtet, entbinden. Er konnte sich dieß nicht anders, als durch eine unvollkommene Verkohlung erklären, indem die noch übrigen flüchtigen Bestandtheile des Holzes jenen Ueberschuß an brennbarem Gas bey der ersten Destillation bewirken sollen.

Das zweyte, was hierbey bemerkt zu werden verdient, ist die allmähliche Veränderung des Gehalts der sich entwikkelnden Luft bey fortgesetzter Destillation an kohlensaurem und brennbarem Gas. Das erstere wird immer weniger, das zweyte mehr. Da nach den französischen Chemikern das Wasser aus 85 Theilen Sauerstoff und 15 Theilen Wasserstoff, dem Gewichte nach gerechnet, besteht, so müßte, ihrer Theorie zu Folge, während gleichviel Sauerstoff sich mit der Kohle zu kohlensaurem Gas verbindet, sich auch gleichviel Wasserstoffgas entbinden, und es müßten auf 30 Theile kohlensaures Gas immerfort 70 Theile brennbares Gas kommen, wie das zu Anfange der Destillation meisten Theils zu geschehen pflegt. Da aber der Gehalt an kohlensaurem Gas immer mehr abnimmt, und zuletzt ganz verschwindet: so kann, schließt Woodhouse, das bey diesem Processe entstandene Gas keines Weges einer Zersetzung des Wassers durch die glühende Kohle zugeschrieben werden.

Erhitzt man Zink, Eisen, Kupfer, Braunstein, oder Wismuthoxyd mit Kohle in einer irdenen Retorte: so zeigt sich in der entbindenden Luft dieselbe Veränderung in ihrem Gehalte zu kohlensaurem und brennbarem Gas.

Alle diese Oxyde, bemerkt Woodhouse, das Wismuth- und Zinkoxyd ausgenommen, geben mehr kohlensaures Gas, als man aus Kohle und Wasser erhält. Dieses schien zu bewei-

beweisen, daß sie Sauerstoff enthielten. Enthielten sie aber bloß Sauerstoff und nicht Wasser zugleich, so müßten sie kein brennbares Gas, sondern bloß kohlensaures Gas entbinden, und zwar davon desto mehr, je mehr Sauerstoff sie enthielten.

Alle diese Thatsachen, sagt Woodhouse, stimmen sehr gut mit Priestley's Theorie zusammen, indeß sie mit der französischen Chemie unvereinbar sind. Könnte Priestley darthun, daß sich aus Kohle und Wasser gerade so viel kohlensaures Gas, als aus Kohle und Metalloxyden gewinnen läßt, d. h. 0,5 Theile: so würde das ganze antiphlogistische System über den Haufen geworfen. Doch sey dieß noch nicht geschehen.

Woodhouse hatte seinen Aufsatz dem Pariser Nationalinstitute überschickt, welches sich darüber von Guyton Bericht erstatten ließ, und dieser fand Woodhouse'ns Versuche so wichtig, daß er nicht nur dem Nationalinstitute daraus einen umständlichen Auszug vorlegte, sondern daß er auch seinen Gehülfen Desormes auftrug, die Hauptversuche Woodhouse'ns zu verificiren und zu erweitern *). Nachdem dieser nebst Clement die nöthigen Versuche angestellt hatte, so theilte Guyton die Resultate derselben dem Nationalinstitute mit. Aus ihnen folgt, daß das Gas, welches man während der Reduktion des Zinks durch Kohle auffängt, wirklich ein brennbares Gas ist, welches, wenn die atmosphärische Luft freyen Zutritt hat, angesteckt fortbrennt, und das mit Sauerstoffgas, jedoch nur schwach, detonirt, und dazu einen größern Antheil von Sauerstoffgas erfordert. — Dieß letztere ist aber irrig: den Cruikshank's Versuchen zu Folge geschieht gerade das Entgegengesetzte zu den unterscheidenden Merkmahlen dieser Gasart.

Dieß Gas ist leichter als das kohlensaure Gas, doch viel schwerer als Kohlen-Wasserstoffgas, und kommt in seinem Gewichte oft dem der atmosphärischen Luft ziemlich nahe.

*) Annales de chimie. Tom. XXXVIII. (Prairial.) p. 285.

Im Volta'schen Eudiometer über Oehl oder Quecksilber mit Sauerstoffgas abgebrannt, gibt es kein Wasser, und der luftförmige Rückstand ist kohlensaures Gas, welches vom Kalkwasser gänzlich verschluckt wird.

Man erhält diese Gasart ebenfalls, wenn man Zinkoxyd mit Reißbley erhitzt, oder wenn man kohlensauren Baryt mit gepulverter Kohle über Feuer bringt.

Läßt man kohlensaures Gas wiederhohlt durch eine glühende Porcellanröhre, in welcher man zuvor Kohlen gebracht hat, gehen, so nimmt es beträchtlich an Umfang zu, wird nun nicht mehr vom Wasser absorbirt, wird von einer hineingetauchten Wachskerze, statt sie auszulöschen, entzündet, und gibt beym Brennen gerade den Rückstand, wie das Gas, das sich bey der Reduktion des Zinkoxyds und Kohle entbindet.

Dieses Gas ist daher offenbar koligsaures Gas (gas carboneux), oder Kohlenoxydgas (gas oxyde de carbone), worin der Kohlenstoff bloß in einem mindern Grade oxydirt ist, indem der Sauerstoff unter Begünstigung der ausnehmend hohen Temperatur, die zu diesen Operationen erfordert wird, mehr Kohlenstoff aufnimmt, als er in vollkommene Säure zu verwandeln vermag.

Für diese Theorie gibt besonders der letzte Versuch einen direkten Beweis, welchen auch Fourcroy auf eine ganz andere Art mit Hülfe Thenard's angestellt hatte, und von dem er in der nämlichen Sitzung Nachricht gab. Auch bestätigt folgende Bemerkung, die Hassenfratz in derselben Sitzung mittheilte, diese Erklärung. Als er in einer glühenden Röhre Sauerstoffgas über Kohle gehen ließ, erhielt er, nach Verschiedenheit der Dauer der Operation und des Hitzgrades, ein schwereres oder leichteres, mehr oder minder brennbares Gas. Zuletzt bemerken die französischen Chemiker noch, daß sie es eigentlich Woodhouse'ns Untersuchungen zu danken hätten, auf die Spur einer so wichtigen Entdeckung gekommen zu seyn. Dieß hat vorzüglich Veranlassung gegeben, den französischen Chemikern diese Entdeckung zuzuschreiben, obgleich schon Cruikshank die entscheidenden

Merk-

Merkmahle dieser Gasart bestimmter, als diese, vorher gefunden hatte.

Die Herren Desormes und Thenart *) haben durch neuere Versuche diese Gasart in ein noch größeres Licht gesetzt. Sie fanden, daß sich überhaupt Kohlensäure, so oft sie unter hohen Temperaturen mit Kohle in Berührung kommt, in kohligsaures Gas verwandele. Auf diese Art haben sie aus vielerley Stoffen es bereitet. So entwickelten sie aus schwefelsauren Salzen durch noch ein Mahl so viele Kohle zersetzt, als zur Bildung von kohlensaurem Gas hinreicht, aus kohlensaurem Baryt und kohlensaurer Kalkerde mit Kohle erhitzt, das koligsaure Gas in Menge. Alle Metalloxyde, wenn man sie mit mehr Kohle, als zur Bildung von Kohlensäure ausreicht, erhitzt, wofern nur das Oxyd sich vorher nicht reducirt, als die Kohle roth glühet, geben dieß Gas. Läßt man Wasserdämpfe durch ein Rohr gehen, das viele Kohle enthält, und in zwey Oefen glühend erhalten wird, so geben sie ein Gemenge von kohlensaurem Gas, kohligsaurem Gas und Wasserstoffgas.

Höchst wahrscheinlich geben thierische und vegetabilische Stoffe gehörig vermischt, gleichfalls kohligsaures Gas und Wasserstoffgas. Dieß bewies die Destillation von Gummi und von Holz. Auch erhält man kohligsaures Gas, wenn man in einem verschlossenen Gefäße Pulver aus drey Theilen Salpeter und einem Theil Kohle verbrennt.

Die Eigenschaften dieses merkwürdigen Gas sind nach Desormes und Thenart's Untersuchungen folgende:

Ein litre desselben wiegt im Mittel 1,101 Grammes.

Ein Vogel in eine Glocke voll dieses Gas gesetzt, starb darin so schnell, daß es nicht möglich war, ihn lebendig wieder herauszunehmen. Wahrscheinlich sey es daher dieses Gas, durch welches der Kohlendampf so schnelle Erstickungen bewirke. Einer von ihnen versuchte es einzuathmen; er wurde davon auf der Stelle betäubt, daß er im Begriffe war, hinzufallen.

*) Ibid. Tom. XXXIX. p. 26 sqq.

Licht, Elektricität und Wärme scheinen auf dieses Gas keinen Einfluß zu haben; selbst in einer glühenden Glasröhre verändert es seine Natur nicht.

Um das Gesetz der Dilatation dieser Gasart zu kennen, brachten sie etwas davon in eine graduirte Röhre, in die es durch Quecksilber gesperrt war. Diese Röhre stand bis auf ihren untern Theil in einer weiteren Röhre, in welche kochendes Wasser gegossen wurde. Als Alles gleiche Temperatur mochte angenommen haben, stand das Thermometer im Wasser der äußern Röhre auf 51°. Bey allmählicher Ausdehnung zog sich die Glassäule zusammen.

An der atmosphärischen Luft brennt das kohligsaure Gas, wenn es entzündet wird mit einer blauen Flamme. Durch eine glühende Glasröhre voll atmosphärischer Luft getrieben, bewirkt es darin keine Detonationen. Mit atmosphärischer Luft in **Volta's** Eudiometer durch einen elektrischen Funken entzündet, detonirt es mit einer blauen Flamme, die das Instrument in Gestalt einer horizontalen Scheibe von oben nach unten durchläuft. Dabey bleiben kohlensaures Gas und Stickgas zum Rückstand.

Mit Sauerstoffgas verbrennt es ganz auf dieselbe Art, und gibt damit bloß kohlensaures Gas als Rückstand. Indeß ist es weit weniger verbrennlich, als das Wasserstoffgas, und oftmahls entzündete ein zweyter elektrischer Funke eine Mischung aus kohlensaurem Gas und Sauerstoffgas noch ein Mahl, nachdem es schon zuvor durch den ersten Funken angezündet war. Dieses findet beym Wasserstoffgas nie Statt. Gleiche Theile kohligsaures Gas und Sauerstoffgas detoniren in offenen Gefäßen lange nicht so heftig als Wasserstoffgas. Mit vielem Sauerstoffgas verbrennt es sehr schnell, mit einer etwas röthlichen, minder starken Flamme.

Läßt man gleiche Theile kohlensaures Gas und Wasserstoffgas, die zuvor ausgetrocknet sind, durch eine glühende Glasröhre gehen, so schlägt sich Kohlenstoff auf die erweichten Wände im Innern der Röhre nieder, und überzieht sie an der Oberfläche mit einem prächtigen schwarzen Email.

Zugleich

Zugleich bilden sich Wasser und reines Wasserstoffgas, wie daraus zu schließen ist, weil es wie dieses mit einer rothen Flamme brennt. Kohlensaures Gas setzt unter diesen Umständen nur wenig Kohlenstoff in der Glasröhre ab, und macht die Oberfläche grau. Ein Stück Eisen in der Röhre oxydirt sich an der Oberfläche, ohne Stahl zu werden, und in der Porcellanröhre schlug sich kein Kohlenstoff an der innern Wand nieder.

Mit Stickgas verbindet sich das kohligsaure Gas so wenig als mit fließendem Schwefel. — Indem es über glühende Kohlen weggeht, löset es davon etwas auf und nimmt an Ausdehnung zu. — Es verflüchtiget den Phosphor, löset ihn geschmolzen auf, und verbindet sich damit so innig, daß es auch, nachdem es 24 Stunden über Wasser gestanden hat, noch mit einer blaßgelblichen Flamme brennt, und das essigsaure Bley nicht fällt. Wahrscheinlich bildet sich bey der Präcipitation des Phosphors, wenn man zu viel Kohle zur Phosphorsäure hinzusetzt, kohligsaures Gas, und löset Phosphor auf, woraus sich der Verlust an Phosphor erklärt. Man muß nicht mehr Kohle hinzusetzen, als eben hinreicht, um sich mit dem Sauerstoffe zum kohlensauren Gas zu verbinden.

Mit Kali, Ammonium, Kalkerde und Baryt verbindet sich das kohligsaure Gas nicht in der Kälte. Da der Wasserstoff in der Hitze dieses Gas zersetzt, so würde, hofften sie, wenn ein Gemisch aus kohlensaurem Gas, Wasserstoffgas und Ammoniumgas durch eine glühende Glasröhre getrieben würde, der Kohlenstoff sich mit dem Ammonium zu Blausäure verbinden. Dieß geschah aber nicht.

Leicht erhitztes rothes Quecksilberoxyd wird durch dieses Gas ein wenig reducirt.

Auf Salpetergas wirkt es weder in der Kälte noch in der Hitze. Eben so wenig auf die Säuren.

Ein Maß kohligsaures Gas, und 4 Maß oxydirt salzsaures Gas, die mit einander 36 Stunden lang über Wasser gesperrt wurden, verschwunden völlig bis auf einen Rückstand von etwas Stickgas. Dabey bildet sich Kohlensäure, und

eine sehr kleine weiße zähbare Haut, die auf dem Wasser schwimmt und im Gefühle viel Aehnlichkeit mit Wachs hat. Enthält das kohligsaure Gas auch nur etwas Wasserstoff, so verbrennt es mit oxydirt-salzsaurem Gas nur langsam und unvollkommen.

Geht ein Gemenge aus kohlensaurem Gas und Schwefel-Wasserstoffgas durch eine glühende Röhre, so schlägt sich etwas Schwefel nieder und das Gas läßt sich nur sehr schwer vom Schwefel-Wasserstoffgas durch Waschen mit Wasser trennen. Absorbirt das Wasser kein Gas weiter, so brennt der Rückstand gerade mit einer solchen Flamme, als das reine kohligsaure Gas, und es setzt sich dabey an die Wände der Glocke Schwefel ab. Vor dem Waschen brennt es mit rother Flamme; nach demselben präcipitirt es das essigsaure Bley in Menge. Dieses geschieht nicht, wenn man es zuvor mit einer Eisenauflösung wäscht, und es brennt dann blau, ohne Schwefel abzusetzen.

Merkwürdig ist es, daß sich dieses Gas nicht direkt erhalten läßt d. h, indem man Sauerstoff mit Kohlenstoff gerade in dem Verhältnisse vereinigt, in welchem sie in diesem Gas vorkommen, sondern nur, indem man Kohlensäure mit Kohlenstoff chemisch verbindet. Umsonst suchten sie es aus Sauerstoffgas, das sie langsam über glühende Kohlen wegstreichen ließen, zu erhalten Dabey bildet sich bloß kohlensaures Gas. Um kohligsaures Gas zu erhalten, muß man es eine Zeit lang über glühende Kohlen stehen lassen.

Vorzüglich merkwürdig ist der Versuch, in welchem Wasserstoff das kohligsaure Gas zersetzt, indem es demselben den Sauerstoff entzieht. Höchst wahrscheinlich wird dazu ein Uebermaß an Wasserstoffgas erfordert, und es gleicht diese Zersetzung der des kohlensauren Gas durch Phosphor, wo die größere Verwandtschaft durch die größere Masse bestimmt wird.

Einige holländische Chemiker *) haben dieses vorgebliche neue Gas genauer geprüft, und glaubten gefunden zu haben, daß

*) *Van Mons* journal de Chemie et de Physique. N. 5. p. 187 sqq.

daß sich jene Herren durch eine scheinbare Verschiedenheit ihres Gas vom Kohlen-Wasserstoffgas haben irre führen lassen.

Diese Chemiker meinten sowohl durch Synthese als Analyse bewiesen zu haben, daß das vorgebliche gasförmige Kohlenstoffoxyd oder kohligsaure Gas aus Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, nur daß diese in einem andern Verhältnisse, als in den gewöhnlichen Arten des Kohlen-Wasserstoffgas enthalten sind, daher man es als eine besondere Art von Kohlen-Wasserstoffgas anzusehen habe.

Wo sich auch dieses Gas bilde, immer gehe eine Wasserzersetzung vor. Daß es sich bey der Reduction der Metalle durch Kohlen erzeuge, sey daher nichts weniger, als ein Einwurf gegen das neuere System der Chemie; wofür Priestley und andere dieselbe nahmen, sondern entspreche vielmehr völlig den Grundsätzen dieses Systems.

Gegen diese holländischen Chemiker bemerken die Herren Desormes und Clement *), daß sie selbst nicht einmahl die Gegenwart von Sauerstoff in dieser Gasart erkennten. Wenn sie die Stoffe, womit sie operirten, nach Maß und Gewicht bestimmt hätten, so würden sie wahrgenommen haben, daß das kohlensaure Gas, während es über glühende Kohlen geht, fast gänzlich verschwindet, und dafür als brennbares Gas erscheint. Mithin macht es einen neuen Bestandtheil dieses Gas aus, daß dieses deßhalb nicht bloßes Kohlen-Wasserstoffgas seyn kann. Diese Herren behaupteten nämlich, daß dieses Gas kein Hydrogen enthalte; dagegen erklärten aber andere Chemiker, als Berthollet, und jene holländischen Chemiker dasselbe für eine dreyfache Verbindung von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, und schrieben die Brennbarkeit desselben auf Rechnung des letzten Stoffs. Nach Desormes und Clement haben diese Chemiker ihre Behauptung darauf gegründet, daß die Kohle nie ganz rein sey, sondern noch Hydrogen und Oxygen enthalte. Um nun diesen streitigen Gegenstand mehr auf die

*) Annales de chimie. Tom. XLII. p. 151.

Seite zu bringen, entschlossen sich Desormes und Clement über folgende Fragen eine Reihe von Versuchen anzustellen:

1) Enthält gut gebrannte Kohle Hydrogen?

2) Beruht der Unterschied der verschiedenen kohlenstoffhaltenden Körper darauf, daß sie bey gleicher Masse verschiedene Mengen von Sauerstoff enthalten?

Was die erste Frage betrifft, so fanden sie als ausgemacht, daß, wenn sich während des Verbrennens der reinen Kohle Wasser bildet, dieses nicht anders, als in Gestalt elastischer Flüssigkeit in den Gasarten, welche dieser Proceß erzeugt, vorhanden seyn kann, und daß die Kohle, wenn sie gehörig ist gebrannt worden, von welcher Farbe und Textur sie auch seyn möge, kein Hydrogen enthalte, folglich zum Verbrennen eine gleiche Menge von Sauerstoff erfordere. Bey diesen Untersuchungen hatten sie zugleich ein neues chemisches Produkt entdeckt. Indem sie nämlich auch die Einwirkung des Schwefels auf die Kohle versuchten, so fanden sie eine Verbindung des Schwefels mit der Kohle, welche in der Temperatur und unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre tropfbar-flüssig ist, und welche sie liquiden Schwefel-Kohlenstoff (souffre carburé) nennen. Dieser ist durchsichtig; wenn er ganz rein ist, farbenlos, gewöhnlich aber gelbgrünlich, riecht unangenehm; schmeckt anfangs frisch, nachher aber sehr pikant, wie Aether, und ist auch so flüchtig wie dieser.

Die Resultate aus allen ihren Versuchen waren überhaupt folgende:

1) Gut bereitete Kohle, sie rühre her, von welchem Stoffe sie wolle, gibt beym Verbrennen kein Wasser; und gleiche Mengen derselben gebrauchen zum vollständigen Verbrennen stets gleiche Mengen von Sauerstoffgas. Folglich enthält sie kein Hydrogen; und hat sie Sauerstoff mit zu ihren Bestandtheilen, so enthält davon jede Kohle gleich viel (und auch so ein jeder Körper, der aus Kohlenstoff besteht; ob der Diamant eine Ausnahme mache, sey noch unbekannt).

2)

2) Kohle und Schwefel treten in hohen Temperaturen in chemische Verbindungen, und können sich vereinigen a) zu einer durchsichtigen, farbenlosen und sehr flüchtigen tropfbaren Flüssigkeit; b) zu einem krystallisirbaren festen Körper, und vielleicht auch c) zu einem unter dem Drucke der Atmosphäre permanent elastischen Gas. In allen diesen Verbindungen zeigt sich keine Spur von Hydrogen.

3) Das gasförmige Kohlenstofforyd, das man aus Kohle und getrocknetem kohlensauren Gas, und auf ähnlichen Wegen erhält, enthält daher kein Hydrogen. Es ist eine einfache und durch sich selbst brennbare Verbindung.

Gas, phlogistisirtes. (Zus. zur S. 668. Th. II.) Die Verwandlung des Wassers in Stickgas hat mehrere Chemiker beschäftiget, und zu vielen Hypothesen Anlaß gegeben. Den berühmten Versuch, daß Wasserdämpfe durch glühende irdene oder Glasröhren geleitet, wahre Stickluft gebe, hatten die Amsterdammer Chemiker vielfältig wiederhohlt, und glaubten bewiesen zu haben, daß das Stickgas, das sich beym Durchgange durch glühende irdene oder Glasröhren zeige, lediglich dem Eindringen der äußern Luft zuzuschreiben sey, und daß bey Apparaten, die für atmosphärische Luft undurchdringlich sind, unter diesen Umständen kein Stickgas zu finden sey. Indessen hatte der berühmte Chemiker **Wurzer** *) zu Bern zu beweisen gesucht, daß das Wasser, wenn es in geringer Menge plötzlich der Glühehitze ausgesetzt werde, sich in Stickgas verwandele. Da es nämlich bekannt ist, daß glühendes Kupfer auf keinen der beyden Bestandtheile des Wassers wirkt, so nahm **Wurzer** zwey Halbkugeln aus Kupfer, die in einander paßten, und mit einem Eisendrahte zusammengehalten wurden, und in deren eine zwey Röhren, eine zum Hineintröpfeln des Wassers, die andere zum Abführen des erzeugten Gas unter den chemisch-pneumatischen Apparat eingekittet war. Die Halbkugeln wurden glühend gemacht, und von 26 Cubikzoll Gas, die sich auf diese Art bildeten,

*) Crell's chemische Annalen. 1799. 1. 2. 3. Stück.

bildeten, verschluckte Kalkwasser 2 Cubikzoll, und die 24 übrigen waren Stickgas.

Die Amsterdammer Chemiker verwunderten sich über diese Behauptung des Herrn **Wurzer**, und unternahmen den Versuch zu prüfen. Da sie bey den vorigen Versuchen öfters Wasserdämpfe durch sehr enge, 2 Linien dicke glühende Kupferröhren getrieben hatten, ohne dadurch das mindeste Gas zu erzeugen, so ließ dieß ihnen einen Fehler in dem **Wurzer**'schen Apparate vermuthen. Denn daß ein Mahl liquides, das andere Mahl dampfförmiges Wasser mit dem glühenden Kupfer in Berührung kam, konnte offenbar diesen Unterschied nicht bewirken; auch waren ihre Röhren so eng als möglich. Um indeß allen Zweifel in dieser Materie zu heben, ließen sie den **Wurzer**'schen Apparat einiger Maßen aus einem Stück nachahmen. In einer Kugel aus gegossenem Kupfer, 4 Zoll im Durchmesser, wurden 2 Kupferröhren mit einem schwer schmelzbaren Lothe eingelöthet, und an die für das Wasser bestimmte ein kleiner kupferner Trichter angelöthet, der sich unten so verengerte, daß er nur einzelne Wassertropfen durchließ. Nachdem die Kugel zum Glühen gebracht war, ließen sie einige Wassertropfen hineinfallen. Augenblicklich drangen unter dem pneumatischen Apparate aus der zweyten Röhre Wasserdämpfe mit Luft vermischt hervor; doch nahm die Luftmenge bey jedem der folgenden Tropfen ab. Bey der Untersuchung derselben fand sich, daß es atmosphärische Luft war, welche durch die Ausdehnung der plötzlich entstehenden Wasserdämpfe mit zur Kugel hinausgetrieben wurde. Diese bey einer Weißglühehitze während einiger Minuten aufgefangene atmosphärische Luft nahm keinen Cubikzoll ein; von einer Entbindung von Stickgas zeigte sich keine Spur, und es blieb daher wohl keinem Zweifel unterworfen, daß der **Wurzer**'sche Apparat, der zu schlecht gegen das Eindringen der atmosphärischen Luft verwahret war, das Stickgas nicht aus dem Wasser entwickelte, sondern aus der Atmosphäre zugeführt erhielt. Dieses beweise auch der Antheil von kohlensaurem Gas, welchen **Wurzer**

Wurzer fand, und der sich auf keinem Fall aus dem Wasser entbinden konnte, sondern seinen Ursprung dem Sauerstoffe der Atmosphäre verdankte, welcher beym Eindringen in die Kugel durch den Kitt, der in der Hitze nur allzu leicht Ritze erhält, mit Kohlenstoff aus dem Ofen sich geschwängert hatte.

Einer noch genaueren Untersuchung wurde der Wurzer'sche Versuch von dem Herrn von Hauch *) unterworfen. Dieser ließ sich den Wurzer'schen Apparat mit einiger Veränderung vom reinsten Silber aus dem Ganzen verfertigen, um das etwannige Eindringen der äußern Luft zwischen den beyden zusammen lutirten Tiegeln zu verhüthen. Er wiederhohlte hiermit den Versuch auf vielfältige und mannigfaltige Art, und fand, daß die Luft, welche er erhielt, vorher atmosphärische Luft war. Die Menge dieser Luft war desto größer, je kälter das Wasser in der pnevmatischen Wanne war, dagegen aber sich nicht die geringste Spur von einer Luftblase zeigte, wenn das Wasser in der Wanne von Luft gereiniget, und stets im Kochen erhalten war. Herr von Hauch schloß daraus, daß das erhaltene Gas durch die Hitze aus dem kalten Wasser, welches sich beständig in selbigem befindet, herausgetrieben worden sey.

Gas, salpeterartiges. (Zus. zur S. 674. Th. II.) Der Herr von Humboldt hat merkwürdige Versuche über das Salpetergas und seine Verbindungen mit dem Sauerstoffe angestellt. Es sey z der Summe des in dem Fontana'schen Eudiometer zersetzten Sauerstoffgas und Salpetergas gleich; nennt man daher das vernichtete Salpetergas x und das absorbirte Sauerstoffgas y, so ist $z = x + y$. Es sey nun m das Volumen des zur Sättigung eines Theils Salpetergas nöthigen Sauerstoffgas: so verhält sich $x : y = m : 1$, folglich $x + y : y = m + 1 : 1$, und es wird $y = \frac{z}{1 + m}$, oder $m = \frac{z}{y} - 1$. Alles kommt hier auf die Bestimmung von

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. II. S. 369 ff.

von m an, und dieses ist bisher von den Physikern äußerst verschieden angegeben worden. Von **Lavoisier** zwischen 1,725 und 1,830, von **Priestley** zu 1,970 von andern bis 4,1.

Der Herr **von Humboldt** nahm daher die Arbeit noch ein Mahl vor, und fing damit an, die Güte des Salpetergas durch schwefelsaures Eisen und oxygenirt salzsaures Gas zu prüfen. In einer gemeinschaftlich mit **Vauquelin** unternommenen Arbeit zeigte es sich, daß die schwefelsaure Eisenauflösung nach dem Absorbiren aus salpetersaurem Eisen und schwefelsaurem Ammoniak bestehe, weßwegen sie hier eine Zersetzung des Wassers annahmen. Herr **von Humboldt** bemerkte, daß der Phosphor in manchen Sorten Salpetergas leuchte; er zieht daraus den Schluß, daß sie Sauerstoff eingemengt enthielten, welches nicht Zeit habe, sich mit dem Salpetergas zu verbinden. Der Herr **von Arnim** aber glaubt, daß sich dieß einfacher, nicht den Verwandtschaftsgesetzen widersprechend, auf eine ähnliche Art wie **Fourcroy** die von **Göttling** gemachten Beobachtungen, erkläre. Es könne sich hier das in dem Salpetergas enthaltene Stickgas mit dem Phosphor verbinden, durch diese doppelte Wahlverwandtschaft des Salpeters zersetzt, und oxydirtes Stickgas und Stickstoff-Phosphor-Halbsäure erzeugt werden. Der Herr **von Humboldt** nahm keine Raumverminderung bey diesem Leuchten wahr, welches sich sehr gut damit vereint, daß eine Stickstoff-Phosphor-Halbsäure nach seinen eigenen Beobachtungen sich gasförmig darstellt. Ob Wasserstoffgas dem Salpetergas beygemengt sey, läßt sich gut ausmachen. Das Salpetergas läßt sich sehr gut von gleicher Güte erhalten, wenn man die Salpetersäure von gleichem specifischen Gewichte, nämlich zu 17 oder 21° des **Beaume**schen Aräometers wählt; das Salpetergas enthält dann gewöhnlich 0,13 bis 0,14 Stickstoff. Aus den Versuchen, welche der Herr **von Humboldt** mit Sauerstoffgas anstellte, erhielt er nach nöthiger Reduction m = 2,82, welches gar sehr von dem gewöhnlichen 1,72 abweicht. Er vermißte indessen hier oft die schöne Uebereinstimmung, an

die

die er sonst bey der atmosphärischen Luft gewöhnt war; er sahe auch, daß künstliche Luftgemische mit gleichem Antheile Sauerstoff sich ganz anders verhielten, wie die atmosphärische Luft. Dieß veranlaßte ihn, eine zweyte Versuchsreihe mit atmosphärischer Luft zu machen, wobey m zwischen 2,5 und 2,6 schwankten. Daraus folgt, daß 2,55 Salpetergas dazu gehören, um 1,00 Sauerstoffgas zu absorbiren. Nach diesem Werthe von m und nach der Formel $y = \frac{z}{1 + m}$ ist die folgende Tabelle berechnet:

Absorbirtes Volumen = z	Sauerstoff = y	Rückstand
109°	0,307	91
108	0,304	92
107	0,301	93
106	0,298	94
105	0,295	95
104	0,293	96
103	0,290	97
102	0,287	98
101	0,284	99
100	0,281	100
99	0,278	101
98	0,276	102
97	0,274	103
96	0,270	104
95	0,267	105
94	0,264	106
93	0,261	107
92	0,259	108
91	0,256	109
90	0,253	110
89	0,250	111
88	0,247	112
87	0,245	113
86	0,242	114
85	0,239	115
84	0,236	116

(Zus. zur S. 678. Th. II.) Das noch so räthselhafte dephlogistisirte Salpetergas des Herrn **Priestley** (oxydirte Stickgas) wurde vom Herrn **Davy** näher untersucht. Er α) entdeckte im Jahre 1799, daß dieses Gas athembar sey. Die Art, dieses Gas zuzubereiten, um es zum Einathmen tauglich zu machen, ist nach **Davy** diese: es wird vollkommen neutralisirtes und möglichst trockenes salpetersaures Ammoniak einer Hitze ausgesetzt, die nicht unter 310° und nicht über 400° Fahrenh. betragen muß. In dieser Temperatur zersetzt es sich in Wasser und in oxydirtes Stickgas, welches **Davy** lieber **nitröses Oxyd** nennen möchte. Das Gas muß man durch Wasser gehen, und wenigstens $1\frac{1}{2}$ Stunde damit in Berührung lassen, ehe man es einzuathmen versucht. Eine hinlängliche Probe der Reinheit ist, wenn Schwefel darin mit einer lebhaft rosenrothen Flamme brennt. Bey den Versuchen muß es mit demselben Wasser gesperrt werden, durch welches man es hat durchgehen lassen. Ein Pfund trockenes salpetersaures Ammoniak gibt bey gehöriger Zersetzung etwas über 4 Cubikfuß Luft.

Eine andere Methode, wie **Davy** dieß oxydirte Gas ebenfalls in großer Reinheit erhalten hat, ist, wenn er Salpetergas der Einwirkung von trockenem schwefelsauren Kali aussetzte. Ein Theil Salpetergas gab, auf diese Art zersetzt, beynahe 0,5 oxydirtes Stickgas. Bey dem Auflösen der Metalle in Salpetersäure erhält man dieses Gas nie hinlänglich rein zum Einathmen, und die Zersetzung des Salpetergas durch Schwefelleber, durch angefeuchtetes Eisen u. s. f. geht zu langsam vor sich, als daß man sie vortheilhaft gebrauchen könnte.

Gazometer. (Zus. zur S. 696. Th. II.) Der Herr **Cuthbertson** β) hat einen sehr einfachen Apparat erfunden, welcher zwar nur bestimmt ist, durch Verbrennung von Wasserstoffgas Wasser zu erzeugen, der sich aber mit geringer Mühe zu einem vollständigen Gazometer umformen läßt. Dieser

α) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. III. p. 515.
β) Ibid. Vol. II. p. 235.

Dieser Apparat ist (Fig. 41.) bey abdc abgebildet, wie er in einem Gefäße steckt, das beynahe ganz mit Wasser angefüllt ist. Die große Flasche ad hält ungefähr 1000 Cubikzoll, und hat einen messingenen Hut, der sich bey a zuschrauben läßt. Der in die Höhe gehende Theil des Bodens ist durchbohrt, und mit Messing eingefaßt, in welches das Messingstück gh genau hineinpaßt. Der Fuß dieses Messingstücks ist in die starke Messingstange ef eingeschraubt, und wird darin durch eine Mutterschraube gehalten. Auf dieselbe Art werden an dieser Messingstange die beyden Recipienten (unten offene Glasglocken,) b, c befestiget. Die an sie angekitteten Messingschrauben q, q sind in senkrechter Linie durchbohrt, und haben zugleich eine Seitenöffnung, welche an eine Röhre stößt, die durch die Messingstange ef gehen, und dort mit zwey Oeffnungen zusammenstoßen, welche durch dieses Messingstück hindurch gebohrt sind, und die Recipienten mit der großen Flasche ad in Verbindung setzen. Zwey Hähne l, m, welche in der Messingstange liegen, öffnen und verschließen diese Verbindung; und zwar geschiehet ersteres, wenn ihre Handhaben parallel mit dem Messingstabe stehen. fr und en sind zwey gerade und ebene Messingplatten; durch runde Löcher in denselben gehen Schrauben hindurch, welche auf der Seitenwand des Wassergefäßes aufsitzen, und auf diese Seitenwand werden die Messingplatten durch zwey Mutterschrauben fest aufgedruckt. Endlich stellt op einen langen Messingdraht mit einem Stücke Platinadraht an dessen Ende p vor. Dieser Draht sitzt am Hute der großen Flasche fest, und ist so gebogen, daß er sich genau über die schmale Oeffnung f endiget, ohne doch dasselbe zu berühren.

Beym Gebrauche wird die große Flasche ad mit Sauerstoffgas, oder, wenn es bloß darauf ankommt, den Versuch zu zeigen, mit atmosphärischer Luft gefüllt, entweder mittelst einer Luftpumpe, oder mit Hülfe des chemisch-pneumatischen Apparats. In beyden Fällen müssen zuvor die Hähne geschlossen, und die Recipienten abgenommen werden, indem man die beyden Mutterschrauben qq losschraubt; darauf be-

festiget man wieder die beyden Recipienten, und bringt den ganzen Apparat in das Wassergefäß. Der Recipient b ist mit Sauerstoffgas, c mit Wasserstoffgas gefüllt, und ersterer hat in seiner Mitte eine Oeffnung. Sollen die beyden Luftarten mit einander abgebrannt werden, so läßt man vom Platinadrahte auf das Messingstück f beständig fort elektrische Funken überspringen, und öffnet dabey allmählich den Hahn l, bis sich die Luft entzündet; dann hält man mit dem Elektrisiren ein. Die Flamme behält man dadurch in seiner Gewalt, daß man die Höhne mehr oder weniger öffnen kann, und man dreht diese so, daß die Entzündung am schicklichsten vor sich geht. Leeren sich die Recipienten aus, so lassen sie sich leicht während des Versuchs auf die bekannte Art füllen.

Die Oeffnung, durch welche das Wasserstoffgas in die Flasche hinaustritt, ist sehr enge; dagegen die Oeffnung, welche das Sauerstoffgas hinzuführt, ziemlich weit, und wahrscheinlich hat Cuthbertson dieses Verhältniß der Oeffnungen durch Versuche, als das beste, zur vollständigen, jedoch langsamen Verbrennung gefunden. Da aber zur vollständigen Verbrennung doppelt so viel Wasserstoffgas als Sauerstoffgas, dem Volumen nach, gehört, und überdieß die Reibung in der schmalen Oeffnung beträchtlich ist: so muß der Druck, welcher das Wasserstoffgas in die Höhe treibt, viel größer seyn, als der, den das Sauerstoffgas erleidet. Dazu dienet die Oeffnung in der Seitenwand der Glocke, in der sich das Sauerstoffgas befindet. Diese macht, daß der Druck auf das Sauerstoffgas der Tiefe dieses Lochs unter der Oberfläche des Wassers entspricht, indeß der Druck auf das Wasserstoffgas im Recipienten b der Tiefe des untern Randes dieses Recipienten unter der Oberfläche des Wassers, und daher einer doppelt so hohen Wassersäule entspricht.

Gesichtsbetrüge. (Zusatz zur S. 746. Th. II.) Die hier angeführte Abhandlung des Herrn Gruber ist so merkwürdig, daß es sich der Mühe lohnt, die vorzüglichsten Erklärungen,

klärungen, welche er aus seinen Versuchen bey der Anwendung einer Strahlenbrechung in der Natur macht, hier noch anzuführen. Man denke sich eine durchhitzte Erdfläche (Fig. 42.) a b, welche die über ihr liegende Luftschicht bis c d so erwärmt, daß sie der Strahlenlenkung fähig wird: so muß die Luft dicht an der Erdfläche am meisten verdünnt seyn, mithin die Strahlen am stärksten ablenken, und diese Wirkung sich aufwärts bis zur gemeinschaftlichen atmosphärischen Verdickung der Luft allmählich verlieren. Dadurch muß 1) in der Luft eine oscillirende Bewegung entstehen, indem die dünnere Luft hinaufsteigt und die dickere herabsinkt; sie zeigt sich in der That über jeder Erdfläche, die von der Sonne eine Zeit lang beleuchtet ist.

2) Muß in diesem von unten nach oben sich verdickenden Luftraume eine Strahlenbrechung vor sich gehen, die der gewöhnlichen gerade entgegengesetzt ist. Die gewöhnliche macht die Lichtstrahlen nach oben zu convex, und erhebt die fernen Gegenstände über den Horizont; diese ungewöhnliche bricht dagegen die Lichtstrahlen so, daß sie nach unten zu convex werden, und drückt dadurch die Bilder entfernter Gegenstände unter den wahren Horizont herunter; und hierin liegt der Grund der sonderbaren Phänomene, welche bey der irdischen Strahlenbrechung vorkommen.

3) Strahlen, wie m g p und l h o, welche in diesem Luftraume bey einerley Beschaffenheit desselben parallel einfallen, müssen gleichmäßig gekrümmt werden, und ihr Ablenkungsscheitel g h gleich hoch über den Erdhorizont liegen. Wird der Einfallswinkel spitzer, wie z. B. beym Strahl m f p, so nähert sich der Ablenkungsscheitel f dem Horizonte, und fällt umgekehrt bey Strahlen, wie m e p, die unter stumpfen Winkeln einfallen, höher hinauf. Zieht sich endlich der verdünnte Luftraum bey abnehmender Wärme zusammen, so wird bey unveränderter Lage des Objects und des Auges jeder Einfalls-, mithin auch jeder Ausfallswinkel spitzer. Hieraus erklärt sich die Erweiterung des Bildes bey niedrigerer Lage des Auges, oder bey Vergrößerung der verdünnten

Luftschicht, so wie die Zusammenziehung des Bildes in den Vertiefungen, bey Erniedrigung dieser Luftschicht mit abnehmender Wärme.

4) Je mehr sich das Auge bey unveränderter Höhe des verdünnten Luftraums, und bey unveränderter Lage des Objects erhebt, desto weiter müssen die Reflexionen, oder vielmehr die Ablenkungsscheitel der Strahlen vom Auge fortrücken. Denn rückt das Auge aus o in p hinauf, so wird nicht mehr der Strahl mh, sondern ein mit ihm paralleler lg, der einen entfernten Abprallungsscheitel hat, durch Refraktion ins Auge kommen, und zwar wird sich ungefähr verhalten bo : bp = bf : x; daher kömmt es, daß das beschriebene Phänomen auf großen Ebenen bey Erhebung des Auges in die Ferne zu fliehen scheint.

5) Wenn sich das Auge ziemlich tief innerhalb des verdünnten Luftraums befindet, so kann alsdann das Strahlenbild auf großen Ebenen sehr hoch über dem Horizont des Auges zu stehen kommen, und mit dem Himmel, der sich darin sehr deutlich spiegelt, vermischt werden. Gruber sah diese so weit ausgedehnte Erscheinung nie nach den mittleren Nachmittagsstunden, sondern meist früh in ganz heitern Tagen, oder um Mittag, nachdem vorher die Sonne einen Nebel niedergeschlagen und sich der Erdfläche bemeistert hatte, wie das im Frühjahr und Herbst zu geschehen pflegt. Wahrscheinlich war dann der Temperaturunterschied zwischen Erdboden und Luft größer, als nachher, wenn die Luft durch längeren Sonnenschein mehr erwärmt, und dadurch ein nach oben sich überall verdünnendes, wenigstens nicht so stark verdichtendes Medium, als es diese Erscheinung erfordert, entstanden war.

Selbst die wiederhohlte Beobachtung, daß sich bey seinen Versuchen mit einer erwärmten Eisenstange, das Bild durch einen sanften Luftzug vergrößerte, scheint diese Meinung zu bestätigen. Denn der Luftzug kann wohl hierbey nicht anders, als durch das Hinzuführen einer kältern und eben dadurch dichtern Luftmasse über die erwärmte Fläche wirken,

wirken, wodurch das ablenkende Medium vergrößert und verstärkt wird. Ueberhaupt bemerkte er, daß bey dieser ungewöhnlichen Strahlenbrechung es meistens nur auf den Temperaturunterschied einer Fläche und der atmosphärischen Luft ankömmt. Denn er habe sie an der Mauer, an welcher sich ein benachbartes Haus spiegelte, auch zu einer Zeit gesehen, wo die Sonne den ganzen Tag über nicht geschienen hatte, und das Reaumür'sche Thermometer auf — $2\frac{1}{2}$° stand. Es ist daher wahrscheinlich, daß man sie über Erd- und Wasserflächen auch des Nachts wahrnehmen könne.

6) Obgleich bey seinen Versuchen, wo er, so zu sagen, die Natur dieß Schauspiel nach seinem Belieben aufzuführen zwang, dickere oder dünnere Luft, Dünste und Elektricität keinen Einfluß auf das Phänomen zu haben scheinen: so möchte er doch einen solchen Einfluß bey Erd- und Wasserflächen ihnen nicht absprechen. Denn hier, wo die Strahlenbrechung im Großen wirkt, gibt eine geringe Ursache schon einen merkbaren Ausschlag. Wenigstens scheint es, daß dickere Luft und Dünste, die der Luft ein anderes Verhältniß in ihren Bestandtheilen geben, einen größern Unterschied der Wärme zwischen den Erdflächen und der Luft veranlassen können.

7) Uebrigens möchte er nicht verkennen, daß nicht in der Natur durch die Temperaturverschiedenheit in der Luft, durch die Unebenheiten des Landes, und selbst durch die Verschiedenartigkeit der Luft die Strahlen einen mehr oder weniger geschlängelten Gang annehmen, aus der Verticalfläche herausgebogen und so gebrochen werden könnten, daß das Verhältniß zwischen den Sinussen der Ein- und Austrittswirbel sehr veränderlich sey.

Herr **Woltmann** *) hat über diese merkwürdige Erscheinung der so genannten Spiegelung noch mehrere sehr interessante Beobachtungen und Versuche angestellt, aus welchen er folgert, daß die Spiegelung nur scheinbar ein katoptrisches

*) Neue Abhandlungen der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften; B. III. Prag, 1798. 4. S. 67 f.

sches Phänomen sey, und daß es in der That auf keine Zurückwerfung der Strahlen nach den Gesetzen der Katoptrik, sondern lediglich auf eine Brechung derselben beruhe. Weder die Erde, noch das vom Winde bewegte Wasser können als Spiegel dienen, auch ist die Spiegelung viel zu ungleich, als daß sie sich aus einer festen unveränderlichen Spiegelfläche erklären ließe. Eben so wenig wirft eine Luftschicht die Strahlen gleich einem Spiegel zurück. Diese gehen vielmehr durch die Luftschicht hindurch und werden von ihnen nur gebrochen; und dabey läßt sich dann recht wohl eine Veränderlichkeit im Brechungsverhältnisse denken, welche allein schon der großen Veränderlichkeit des Phänomens zur Erklärung dienen möchte. Auch ist das Phänomen von der Höhe oder Niedrigkeit der Meeresfläche abhängig, bleibt also nicht unverändert in einerley Höhe und Luftschicht, wie dieß wohl bey einer katoptrischen Spiegelung der Fall seyn müßte.

Aus seinen Beobachtungen zog **Woltmann** folgende Resultate.

1) Vom Anfange Februar bis Ende October betrug die

	Morgen.	Mittag.	Abend.
mittlere Refraktion	11″,9	52″,5	67″,8
kleinste	— 52″,	— 41′3	— 32′,4
größte	99″,1	328″	330″,2

Daher betragen im Durchschnitt genommen die Senkungen oder Depressionen des Morgens am meisten, des Abends am wenigsten; dagegen umgekehrt die Erhebungen des Morgens geringer, des Abends stärker sind. Die größte Erhebung und Erniedrigung sind zusammen 528″ + 28″ = 10′, 16″, um so viel scheint man folglich bey geometrischen Höhenmessungen fehlen zu können, wenn man sie auf Gerathewohl unternimmt, und keine Merkmahle zur Verbesserung wegen der jedesmahligen Beschaffenheit der Strahlenbrechung hat.

2) Was die Spiegelung mit umgekehrten Bildern unterhalb der Gegenstände betrifft, so hatte diese Erscheinung bey Gegenständen, die über einer Wasserfläche fort gesehen wurden,

wurden, sehr oft Statt. Fast immer wenn das Haus auf Hochsand sich so spiegelte, war es mit den beyden Pfählen in gleicher Höhe, oder unter der Kopfsläche des östlichen Pfahls gesenkt, selten um 1 bis $1\frac{1}{2}$ und nie über 2 Zoll darüber erhaben. Umgekehrt waren alle Erniedrigungen und Spiegelungen des Hauses und anderer entlegener Gegenstände über dem Wasser her begleitet, so daß man das Haus selbst und zugleich ein deutliches umgekehrtes Bild unter demselben sah.

Wenn diese Erscheinung wirklich auf Strahlenbrechung beruhet so läßt sich wohl nicht annehmen, daß zwey Lichtstrahlen, welche von einem Punkte des Objects ausgehen, in senkrechter Ebene bleiben, und in einem Punkte, nämlich im Auge wieder zusammen kommen, folglich zwey Lichtstrahlen, die sich in ihrer ganzen Bahn nicht weit von einander entfernen können, eine entgegengesetzte Brechung leiden, und der eine aufwärts der andere herabwärts gebrochen werden sollte. Vielmehr sind dann höchst wahrscheinlich so wohl die Strahlen, durch welche man den entlegenen Gegenstand, als die, durch welche man das Bild sieht, unterwärts gebogen, nur diese mehr als jene, so daß auch das Object eine absolute Erniedrigung in Vergleich der horizontalen Strahlen, durch die es sonst gesehen wird, erleidet.

Da nun, so oft das Haus auf Hochsand in oder unter der pro basi angenommenen Linie erschien, oder darunter eine Spiegelung unterwärts Statt fand: so war diese Linie nicht gerade, sondern ein wenig unterwärts gekrümmt, und der westliche Pfahl steht etwas höher, als es die gerade Linie durch den Forst und den vordern Pfahl erfordert hätte. Denn da noch bey $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll Hebung verschiedentlich eine Spiegelung unterwärts Statt fand: so möchte die Scheitelplatte des westlichen Pfahls oder der Nullpunkt um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll zu hoch gestanden haben.

3) So wie die Erniedrigungen mit einer Spiegelung unterwärts, so sind sehr starke Erhebungen auch mit einer Spiegelung oberwärts begleitet. Doch ist dieses Phänomen

mit deutlichen vollständigen Bildern sehr selten, und wurde in 3 Monathen nur 9 Mahl wahrgenommen; mit unkenntlichen und verworrenen Bildern ist es häufiger, und bey jeder außerordentlichen Hebung, heißer Luft u. s. vorhanden.

Das Bild des Wasserhorizonts erscheint dabey zu oberst in vollkommen gerader Linie, an welcher die Bilder der Häuser, Ufer, Hügel, Mühlen, Bäume u. s. f. unterwärts umgekehrt, wie bey der vorigen Art von Spiegelung, hängen. Zuweilen trennt ein Luftstreifen das verkehrte Bild von dem darunter stehenden Gegenstande; doch stoßen häufiger Bild und Gegenstand zusammen, und vermischen sich so, daß keins von beyden kenntlich ist, und das Ganze, wie eine hohe Seeküste, mit vielen senkrechten Strichen erscheint.

Da es bey dieser Spiegelung oberwärts außer Zweifel ist, daß die Strahlen des Gegenstandes und des Bildes beyde durch Brechung aufwärts müssen gekrümmt werden: so läßt sich hierdurch analogisch die Brechung niederwärts bey der untern Spiegelung bestätigen.

4) Die Bilder der Spiegelung unterwärts sind sehr unbeständig und wandelbar; sie werden bald größer und kleiner, bald in Stücken getrennt, und sind zuweilen eine Zeit lang in steter Bewegung. Ihre ganze Dauer ist selten über 2 Stunden von 3 bis 5 Uhr, oder 4 bis 6 Uhr Abends. Bey den beyden Spiegelungen, unterhalb und oberhalb, ist noch folgender optischer Betrug zu bemerken: bey der erstern scheinen die Gegenstände selbst sehr erhaben, und in der Luft zu stehen, sind aber in der That niedriger, als zu jeder andern Zeit. Bey der letztern hingegen scheinen die Gegenstände selbst sehr niedrig zu seyn, und kaum etwas über dem Horizont, der selbst sehr erhoben ist, hervorzustehen. Der ganze Gegenstand ist aber in der That bey diesem Phänomen außerordentlich erhoben, obwohl, wie es scheint, zuweilen die untern Theile verhältnißmäßig mehr als die höhern, da denn der Gegenstand niedergedruckt erscheint. Ob aber bey dieser Spiegelung oberwärts eine unregelmäßige Strahlenbrechung, vermöge der die Strahlen von den untern Theilen des Gegen-
standes

standes die von den obern durchkreuzen, vorgehe, oder überhaupt möglich sey, und ob dabey ein vollkommenes Bild entstehen könne: über Alles das kann Woltmann bis jetzt nichts entscheiden.

5) Mit südlichem und westlichem Winde und bey niedrigem Barometerstande war die Erhöhung der Gegenstände in der Regel stärker, als bey nördlichem und östlichem Winde und hohem Barometerstande, und unter diesen letzten Umständen geht die irdische Refraktion nicht selten in wirkliche Erniedrigung mit Spiegelung herabwärts über. Doch ist das Barometer bey dieser Regel zuverlässiger, da sie in Hinsicht des Windes häufige Ausnahmen leidet. Trockne Luft vermindert die Erhöhung der Gegenstände, feuchte Luft vermehrt sie, daher die Spiegelung unterwärts häufiger bey trockner als bey feuchter Statt hat. Den stärksten untrüglichsten Einfluß auf die Refraktion hat aber die Wärme. In den beyden Monathen September und October wurde täglich Morgens, Mittags und Abends die Temperatur des Elbwassers und der Luft nahe über der Wasserfläche beobachtet, und es ergibt sich aus diesen Beobachtungen, daß alle Mahl, wenn das Wasser um 2° Fahrenheit oder mehr wärmer als die Luft war, eine Erniedrigung der Strahlen, die sich über die Wasserfläche erstreckten, und eine Spiegelung herabwärts Statt fand. War dagegen das Wasser um 2° Fahrenheit kälter als die Luft, so fand Hebung der Strahlen und nie eine Spiegelung herabwärts Statt. Diese Regel litt während zweymonathlicher Beobachtung, und bey mehr als 150 Beobachtungen keine einzige Ausnahme. Setzt man aber statt 2° nur 1°, so finden sich davon einige wenige Ausnahmen.

Auch ohne Thermometer kann man oft entscheiden, ob das Wasser oder die Luft wärmer ist. Bey jedem Froste ist so z. B. die Luft kälter als 32°, indeß das Wasser nicht leicht kälter werden kann, ohne sich in Eis zu verwandeln. Eis und Schnee sind beym Frostwetter wärmer als die Luft, und deßhalb findet bey solchem Wetter die irdische Refraktion

in der gewöhnlichen Bedeutung alle Mahl Statt. Beym Aufschauen hingegen ist die Luft wärmer als die Erdfläche, mithin ist eine wirkliche Hebung der Gegenstände vorhanden. Im Allgemeinen ist die Luft im Frühlinge wärmer, im Herbst und Winter kälter, als das Meer. Im Sommer wechselt dieses nach den Tageszeiten ab; des Morgens ist das Wasser, Mittags und Abends hingegen, so lange die Sonne scheint, die Luft wärmer, wiewohl sich hierin nach Verschiedenheit des Windes und des Barometerstandes Ausnahmen zeigen. Herr Woltmann dehnte seine Beobachtungen auch auf Gegenstände aus, von welchen die Strahlen längs einer mit Pflanzen bewachsenen Erdfläche fortgingen. Er fand hierbey eine völlige Uebereinstimmung in der Brechung der Strahlen, die über Land und Wasser streichen. Der Strahl krümmt sich alle Mahl so, daß er nach der wärmsten Seite zu convex ist, und die Refraktion ist desto größer, je größer die Wärmeverschiedenheit zwischen beyden Materien ist.

Ist der Himmel den ganzen Tag bedeckt, oder der Erdboden bey heiterer Luft so feucht, daß die Pflanzen sich durchs Verdunsten abkühlen: so ist es möglich, daß die Refraktion den ganzen Tag über aufwärts convex bleibt. Werden aber Strahlen, die über den festen Boden hingehen, des Morgens herabwärts convex gekrümmt: so muß diese Depression gegen Mittag noch zunehmen, oder wenigstens bestehen bleiben. Beobachtet man Morgens und Abends Depression, so ist ihre Dauer auf dem festen Lande an diesem Tage keinen Zweifel unterworfen, weil sie hier um Mittag alle Mahl zunimmt; auf der See wird nicht selten die Hebung um Mittag am größten.

Sieht man die Sonne oder den Mond auf- oder untergehen, so gibt ihre Gestalt ein untrügliches Merkmahl, ob Hebung oder Senkung Statt findet. Im letztern Falle scheint die Sonnen- oder Mondscheibe nicht rund, sondern in die Länge gezogen. Ein Theil derselben spiegelt sich unterwärts; das umgekehrte Bild kann $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ des Durchmessers betragen,

gen, und es ist, als ob an dem auf- oder untergegangenen Theile der Anfang einer anderen Scheibe angesetzt wäre.

In Ermangelung anderer Gegenstände kann die Spiegelung der Atmosphäre selbst ein Merkmahl der Depression abgeben. Oft, und meist bey heiterem Sonnenscheine, sieht man rings umher an der Gränze des Horizonts eine scheinbare wellenförmige Bewegung der Luft, wobey der Gesichtskreis mehr als gewöhnlich eingeschränkt ist. Diese Wellen sind keine wirkliche Luft, da man keinen Stoß von ihnen fühlt, nur Bilder von Wellen, die den Wanderer ringsum begleiten, aber immer vor ihm fliehen. Ein kleiner niedriger Streifen der Atmosphäre spiegelt sich, so daß der unterste Theil des Bildes zum oberen Theile des abgespiegelten Streifens gehört, und in diesem Theile des Bildes ist die anscheinende Aestuation.

Der Herr Baudirector **Gruber** hat als einen Zusatz zu des Herrn **Woltmann's** Abhandlung eine Theorie der mit der Spiegelung verbundenen Senkung und Hebung der Objekte am Horizonte mitgetheilt. Weil die Depression sammt ihrer Spiegelung abwärts nur dann Statt findet, wenn die Fläche, worüber sie geschieht, wärmer als die Atmosphäre ist: so muß man ihre Ursache in der durch Wärme abwärts sich verdünnenden Luft aufsuchen, und Wasserdünste können nur, in so fern sie der wärmern Luft mehr Ausdehnung und Spannung geben, etwas dazu beytragen. Hierbey kömmt aber die natürliche Zunahme der Temperatur in niedern und dichtern Luftregionen, so fern sie dichter sind, nicht in Betracht, sondern bloß die höhere Temperatur in den untersten Luftschichten und der darunter liegenden Fläche, durch welche diese Schichten dünner als die darüber stehenden werden, und sich von oben herabwärts bis zur erwärmten Fläche verdünnen.

Unter dieser Voraussetzung ist die Theorie der Depression und der Spiegelung abwärts eine Folgerung aus dem dioptrischen Grundsatze, daß die Brechung aus dem dichtern in das dünnere Mittel, vom Perpendikel abwärts geschieht, so daß der Brechungswinkel größer als der Einfallswinkel wird.

Was

Was **Newton** von der krummen Refraktions- und Reflexionslinie der gemeinen Spiegelung sage: si attractio vel impulsus ponatur vniformis, erit ex demonstratis *Gallilaei* parabola, gelte hier aus derselben Ursache nur, daß hier der Refraktionsraum endlich, dort unendlich klein sey, daher der Strahlengang der Spiegelung in sehr großen, bey der gemeinen Spiegelreflexion dagegen in unendlich kleinen Parabeln bestehe. Da die Luft abwärts dünner werde, so müßten die tiefer kommenden Strahlen stärker gebrochen, und daher unter kleinern Winkeln, als die obern reflektirt, mithin die untern Parabeln abwärts converer als die obern werden. Da nun aus jedem Punkte des Objektes Strahlen nach allen Richtungen ausfahren, so sey es möglich, daß mehrere Strahlen desselben Punktes in der Vertikalebene durch das Auge mittelst verschiedener Brechungen, ins Auge kommen. Machten sie aber hier einen Winkel, so sehe man den Punkt, aus dem sie herkämen, doppelt, nach ihren Tangenten, einer über dem andern.

So lange die Strahlen dabey, ohne sich zu durchkreuzen, ins Auge kämen, erscheine das Objekt jedes Mahl aufrecht und in seiner natürlichen Lage. Durchkreuzten sie sich aber, so sehe man den Gegenstand verkehrt. Man könne dieß ein Bild nennen, wiewohl fast Alles, was nicht durch gerade Linien gesehen werde, ein Bild heißen könnte. Wenn sich das Objekt in den Raum der wachsenden Refraktion einsenke, so könne es eben darin in seinem umgekehrt reflektirten Bilde verkürzt erscheinen. Hierin unterscheide sich die Spiegelung abwärts wesentlich von der gemeinen auf ebenen Flächen, wo alle Reflexionsscheitel in derselben Ebene lägen.

Aus dieser Theorie sucht **Gruber** die vorzüglichsten Beobachtungen bey der Depression der Gegenstände, und deren untern Spiegelung zu erklären.

1) Die aufrecht stehenden Gegenstände werden niedergedruckt, weil der ganze Sehungswinkel wegen des abwärts gekrümmten Strahlenganges sich senkt.

2)

2) Sie verlängern sich nach unten, weil mehrere Strahlen derselben Punkte, die verschiedentlich gebrochen zum Auge gelangen, die Punkte zu Linien verlängern. Beydes ist die Ursache, warum die Gegenstände näher zu kommen scheinen; denn was man tiefer und verlängert sieht, hält man für näher.

3) Die umgekehrt reflektirten Bilder werden abwärts verkürzt, weil die stärkere Refraktion abwärts die Brechungswinkel verkleinert, und diese Verkürzung muß um so sichtbarer seyn, jemehr die Punkte der aufrecht stehenden Objekte oben verlängert werden.

4) Die Gränze der aufrecht stehenden Gegenstände und ihrer verkehrten Bilder, ist auch die Gränze der Verlängerung der Punkte überwärts, und der Verkürzung der senkrechten Linien unterwärts. Sie ist nie scharf begränzt, weil da die Refraktionen und Reflexionen in einander fließen, und sich um so mehr vermischen, je größer der Unterschied der Dichtigkeit oder Wärme über und unter der Gränze ist.

Die Hebung der Gegenstände anlangend, so ist diese zwar sicher eine Wirkung der gemeinen Strahlenbrechung, allein die Spiegelung unterwärts scheint nicht von dieser Ursache herzurühren. Denn um ein umgekehrtes, wenn gleich verwirrtes Bild hervorzubringen, müssen sich die Strahlen in ihrem Gange durchkreuzen, welches bey dem gewöhnlichen Zustande der Atmosphäre nie der Fall ist. Da diese Spiegelungen überwärts nur bey außerordentlichen Hebungen, anfangs etwas genauer, dann aber mit lothrechten undeutlichen Streifen nach den Gegenständen herab verlängert wahrgenommen werden: so läßt das auf eine größere Erwärmung und darauf beruhende Verdünnung der Luftschichten, worin die Spiegelung vor sich geht, schließen, wodurch die Strahlen, welche aufwärts convex sind, noch stärker gebogen, und dadurch wieder zu einer dichten darunter befindlichen Luftschicht herabgebracht werden. Bey größerem Unterschiede der Dichtigkeiten, und größerer Höhe der Luftschichten, müßten daher die Strahlen stärker gekrümmt werden, und hieraus läßt es sich erklären, wie sich Strahlen in diesem Falle durchkreuzen können,

können, welches, so oft eine Spiegelung aufwärts erscheint, nothwendig der Fall seyn muß.

Die Verlängerung der verkehrten Bilder gegen die darunter stehenden Gegenstände durch lothrechte Streifen, womit die Spiegelung undeutlich werde, zeige offenbar, daß die untern Strahlen des Bildes, wenn sie in das Auge kommen, wieder mehr von der senkrechten Linie als die obern abweichen, und entweder in ihrem zweyten herabgehenden Aste noch ein Mahl und zwar nach unten gekrümmt würden oder nach flächern Linien fortgingen; doch so, daß sie sich kreuzten, da sie eine Spiegelung, obschon verwirrte, bewirkten. Beydes sey aber durch einen ordentlichen parabolischen Strahlengang schwer zu erklären.

Aehnliche Erscheinungen über sehr ungewöhnliche Horizontalrefraktionen führen Samuel Vince [α]) und William Lathan [β]) an.

Gravitation. (Zus. zur S. 813. Th. II.) La Place hat in seinem neuesten Werke (mécanique céleste; deutsch, Mechanik des Himmels von J. C. Burckhardt,) die Theorie der himmlischen Körper mit Hülfe einer fruchtbaren Analyse aufs vollständigste entwickelt. Durch diese Bemühungen des Herrn la Place ist die Theorie Newton's mit einer solchen Gewißheit bestätiget worden, daß gar kein Zweifel von der Richtigkeit derselben übrig bleibt. Alle Ungleichheiten in dem Laufe der Weltkörper, welche durch Störungen derselben gegen einander verursacht werden, hat la Place durch Annäherungsmethoden so genau gefunden, als es nur irgend die bekannten Kunstgriffe der Analyse zulassen; ja es sind von ihm noch neuere Ungleichheiten entdeckt worden, welche alle als nothwendige Folgen aus dem allgemeinen Gesetze der Gravitation fließen. Es ist daher gar keinen Zweifel unterworfen, daß das Gesetz der Gravitation ein ganz allgemeines Gesetz der Natur sey.

Aus

α) Philos. Transact. for. 1799. p. 13 seq.

β) Ibid. for. 1798. p. 357 — 360.

Aus diesen Wahrheiten läßt sich schon mit Gewißheit folgern, daß Herrn Schelling's Behauptung *), daß Kant's anziehende Kraft der Materie, welche der Masse proportional ist, und in allen Entfernungen unmittelbar wirkt, von der allgemeinen Schwerkraft verschieden sey, auf keinen richtigen Gründen beruhe. Schelling's Einwurf, daß die anziehende Kraft jeder Masse zu ihrer bloßen Construktion schon verbraucht werde, und daher nicht noch auf andere Materie außerhalb der Sphäre wirken könne, scheint, meiner Einsicht nach, kein Gewicht zu haben; denn eben darum ist erst Materie möglich, wenn anziehende und zurückstoßende Kraft wirken; Materie ohne diese Kräfte würde für unsere Sinne nichts seyn; sie kann uns nicht anders erscheinen, als durch Wirkung dieser Kräfte. Es würde daher für uns gar keine Materie da seyn, wenn man mit Schelling annehmen wollte, daß anziehende und zurückstoßende Kräfte in ihrer Sphäre erschöpft wären; offenbar führt diese Behauptung auf todte Materie zurück, und man sieht sich an der Gränze der Atomistiker versetzt, gegen die doch Herr Schelling so sehr eifert.

Grundkräfte. (Zus. zur S. 828. Th. II.) Die hier angeführten Ideen des Herrn Schelling's befriedigen mich jetzt nicht mehr; denn sie führen offenbar zu streitigen Sätzen, und selbst Herr Schelling hat die Natur in ganz andern Ansichten betrachtet, welche, meiner Einsicht nach, ebenfalls kein befriedigendes Resultat geben. Kant's Untersuchungen bleiben für jetzt immer noch diejenigen, welche Aller Achtung verdienen, und von dem nachdenkenden Physiker allerdings beherziget werden sollten. Die neuesten Ansichten des Herrn Prof. Wagner führen, wie die Schelling'schen, ebenfalls auf kein genügendes Resultat.

H.

Haarröhren. (Zus. zur S. 853. Th. II.) Seit Weitbrecht's schätzbaren Erfahrungen über die Haarröhrchen sind die

*) Entwurf eines Systems der Naturphilosophie. Jena, 1799. 8. S. 110.

die meisten Physiker der Meinung gewesen, daß die Länge der Haarröhrchen keinen Einfluß auf das Aufsteigen der Flüssigkeit in denselben habe. Vor einigen Jahren hat aber der Herr von Arnim *) Versuche hierüber mit aller nur möglichen Sorgfalt angestellt; er verkürzte nicht die Röhre durch tieferes Eintauchen in die Flüssigkeit, sondern durch Abbrechen. Ihre Länge und der Stand der Flüssigkeit trug er mittelst eines Zirkels auf eine Skale.

Länge der Glasröhren		Höhe des Wassers darin	
Zoll	Linien	Zoll	Linien
5	7	1	10,1
4	11	1	9,9
4	1	1	9,7
3	7	1	9,5
2	5	1	9,3
1	9	1	7,3

Länge der Glasröhren in Linien	Höhe des Wassers darin in Linien
28	21,9
25	20,9
21,5	16,9
19	15,5
18,9	14,6
15	13,4
10,4	9

Diese Versuche entschieden den Herrn von Arnim für die Meinung, daß die Länge der Haarröhrchen auf den Stand der Flüssigkeit einen merklichen Einfluß habe.

Endlich unternahm auch der Herr Prof. Hällström zu Abo eine Untersuchung über die noch streitige Frage, ob das Wasser in längern Haarröhrchen höher als in kürzern hinaufstritt. Herr Hällström meint, der ganze Streit scheine von der Art, wie die Versuche angestellt sind, herzurühren, und könne vielleicht auf folgende Art gehoben werden.

Musschen-

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. IV. S. 376.

Musschenbroek sey bey seinen Versuchen bemüht gewesen, die Haarröhrchen, nachdem das Wasser in ihnen aufgestiegen war, wieder leer zu machen. Daher brachte er sie an den Mund und sog das Wasser aus, schnitt darauf das obere Ende ab und tauchte das untere wieder ein. Von Arnim versichere zwar, alle Sorgfalt bey seinen Versuchen angewandt zu haben, sage aber nicht, wie die Röhren vor jedem Versuche ausgeleeret; und da seine Versuche mit den Musschenbroek'schen übereinstimmten, so habe er sich auch wahrscheinlich der Methode des Aussaugens bedienet. Dieß Saugen nun sey der Grund gewesen, daß das Wasser in längern Röhren höher, als in kürzern stieg; denn es sey unvermeidlich, daß beym Saugen Luft aus dem Munde in die Röhre trete; diese Luft sey mit Dämpfen gemischt und wärmer als die Röhre selbst; die Dämpfe würden verdichtet, und hingen tropfbar an den Wänden der Röhre. Da nun diese Flüssigkeit oft mit öhligen, fettigen Theilen gemischt sey, so dürfe es uns nicht wundern, wenn das Wasser nach dem Saugen nicht mehr zu derselben Höhe aufsteige. Zwar könnte man sich hiergegen auf Musschenbroek's ersten Versuch berufen, wo das Wasser in derselben Röhre vor und nach dem Saugen zu gleicher Höhe stieg; allein dieß könne wohl zuweilen eintreffen, wenn die Röhre gleiche Wärme mit den Dämpfen besitze; doch werde das Gegentheil häufiger seyn.

Es wurde eine reine trockene Röhre von weißem Glase, an beyden Seiten offen, deren innerer Durchmesser 0,2 schwed. Linien hatte, mit dem einen Ende in reines Wasser von + 18° Cels. Therm. senkrecht getaucht, so daß sie nur die Wasserfläche berührte. Als nun das Wasser in ihr bis zu der großen Höhe gestiegen war, zog er Haarröhrchen heraus, wobey das Wasser in selbigem stehen blieb; darauf wurde der obere Theil mit einer Feile abgeschnitten, die Röhre aufs neue eben so als vorhin eingetaucht, und dann wiederum die größte Höhe gemessen, bis auf welche die Flüssigkeit in ihr stieg. Dieß gab die folgenden Resultate:

Länge des Haarröhrchens in schwedischen Linien
71; 60; 50; 40; 30; 20.
Höhe des Wassers im Haarröhrchen in schwed. Linien
11,5; 12; 11,7; 11,7; 11,7; 11,8.

Mit Enden desselben Röhrchens wurden ähnliche Versuche, nur mit dem Unterschiede, angestellt, daß das Wasser jedes Mahl, wenn man vom obern Theile etwas abschneidet, durch heftiges Klopfen herausgebracht wurde. Diese Versuche gaben Folgendes:

Länge der Röhre
80; 70; 60; 50; 40; 30; 20; 12‴.
Höhe des Wassers
11,6; 11,6; 11,7; 11,7; 11,5; 11,6; 11,7; 11,7‴.

Ein anderes Ende dieser Röhre, das, so oft man es abschnitt, ausgesogen wurde, gab diese Resultate:

Länge der Röhre
60; 50; 40; 30; 20; 10‴.
Höhe des Wassers
11,7; 9; 8; 7,6; 6,2; 6,1‴.

Aus diesen Versuchen erhellte es, daß die Höhe des Wassers nicht wegen der Verkürzung der Röhre abnimmt. Die kleinen Abweichungen sind wohl dem beyzumessen, daß man es nicht vermeiden kann, die Röhre etwas mehr oder weniger als ½ Linie einzutauchen.

Der Herr Casbois in Metz wurde durch einen eigenen Versuch verleitet, zu behaupten, daß das Quecksilber in Haarröhrchen nur dieserwegen nicht über das Niveau des Quecksilbers im Gefäße aufsteige: weil gewöhnlich das Quecksilber von aller wässerigen Feuchtigkeit nicht frey sey. Herr Haüy glaubte daher, daß auch das Quecksilber in Haarröhrchen aufsteige, wenn man das Quecksilber ganz frey von Feuchtigkeit mache. Um nun diese sonderbare Behauptung zu prüfen, ließ Milton reines Quecksilber in einem Kolben eine viertel Stunde lang kochen, erhitzte zugleich ein Haarröhrchen bis zum Glühen, und brachte das nunmehr gewiß wasser-

wasserfreye Haarröhrchen in das trockene Quecksilber. Es blieb aber in dem Haarröhrchen eben so tief unter dem Niveau der Quecksilberfläche, als zuvor. Es mußte sich also Casbois geirrt haben.

Hydrodynamik. (Zus. zur S. 970. Th II.) Samuel Vince [α]) hat neue Untersuchungen über den Ausfluß der flüssigen Materien aus Oeffnungen in Gefäßen angestellt, und gefunden, daß die Bernoullische Theorie keines Weges auf alle Fälle anwendbar sey, daß sie aber in gewissen Fällen zu Resultaten führe, welche mit der Erfahrung sehr gut übereinstimmten. Daraus folge, daß entweder die allgemeinen Lehren von der Bewegung sich auf die Bewegung des Wassers nicht anwenden ließen, und daß dieses Zusammenstimmen nur zufällig sey, oder daß diese Anwendung unter gewissen Umständen und Einschränkungen allerdings gültig sey. Welches von beyden der Fall sey, möchte nicht leicht auszumachen seyn.

Noch weiter hat Venturi [β]) diese Untersuchungen getrieben, und die Bewegung des Wassers und den Ausfluß desselben durch Röhren nebst mehrern andern Erscheinungen glücklich erklärt, von welchen man bisher nicht gehörig Rechenschaft geben konnte.

Hygrometer. (Zus. zur S. 979. Th. II) Herr Lüdicke [γ]) hat seit einer Reihe von Jahren eine Menge von Beobachtungen mit dem Haarhygrometer des Herrn de Saussüre, und dem Steinhygrometer des Herrn Lowitz angestellt, und zugleich einen neuen Mechanismus für beyde Hygrometer angegeben. Bey Vergleichung des Ganges beyder Hygrometer fand er beträchtliche Unterschiede in denselben. Alle seine Beobachtungen schienen es zu bestätigen, daß das Haar die Feuchtigkeit langsamer verlasse, und bey höhern Wärmegraden weit stärker dieselbe fahren lasse, als der

 Stein.

α) Philosophic. Transact 1795. p. 24. 1798 etc.

β) Recherches experiment. sur le principe de communication latérale dans les fluides, appliqué à l'application de différens phénomènes hydrauliques Paris, 97. 8.

γ) Gilbert's Annalen der Physik; B. I. S. 282.

Stein. Außerdem vermuthet Lüdicke, daß noch eine andere veränderliche Eigenschaft des Haares, vielleicht die Elasticität der Fasern, in Betrachtung gezogen werden müsse. Sonst gesteht er dem Steinhygrometer wegen seines weit regelmäßigern Ganges den Vorzug vor dem Haarhygrometer zu. Die Wirkung der Wärme, daß sie auch die in dem Steine enthaltene Feuchtigkeit verflüchtige, leide der Stein mit allen Körpern, und also auch mit der Luft gemeinschaftlich. Ob aber die Feuchtigkeit bey einem höhern Grade der Wärme den Stein eher oder später verlasse, als die Luft, und ob daher das Steinhygrometer bey jeder Wärme die in der Luft befindliche Feuchtigkeit bestimmt anzeige, dieses sey, so viel er wisse, noch nicht ausgemacht. So viel erhelle zwar aus seinen Versuchen, daß die Feuchtigkeit den Stein schneller verlasse, als das Haar. Daß das Steinhygrometer bey veränderter Wärme nicht so unveränderlich sey, als das Haarhygrometer, und daß beyde feste Punkte des Steinhygrometers bey 8 bis 10 Grad Veränderung in der Wärme nicht veränderlich wäre. Allein es bleibe dessen ungeachtet noch zu untersuchen übrig, ob die größten in der Luft vorkommenden Veränderungen der Wärme auf die festen Punkte dieses Hygrometers einen Einfluß haben; wie groß derselbe und um wie viel er größer bey dem feuchten als bey dem trockenen Punkte sey; und ob man vermittelst dieses Hygrometers die in einem Cubikfuße Luft enthaltene Feuchtigkeit entweder sogleich aus dem beobachteten Grade desselben, oder erst vermittelst einer Correctionstafel bestimmen könne? Alle diese Fragen müßten erst ausgemacht werden.

Herr Hochheimer *a*) glaubte wahrgenommen zu haben, daß das Lowitzische Hygrometer die einmahl angezogene Feuchtigkeit nicht in dem Maße wieder von sich gebe, als die Atmosphäre trockner werde; daß es folglich bisweilen sehr trügerisch sey und Feuchtigkeit angeben könne, wo es auf schon wieder erfolgte Trockenheit der Luft deuten sollte. Er thut daher folgenden Vorschlag zu einem verbesserten Hygrometer.

Man

a) Leipziger ökonomische Hefte; B. VIII. Heft 5. 1798.

Man nehme ein vierkantiges Stahlstäbchen, ungefähr 2 Linien dick und 10 bis 12 Zoll lang, und aptire solches zu einer Art von Schnellwage, so daß der eine Arm sich in eine Schraube endigt. In diese wird eine Bleykugel von schicklicher Größe statt des sonst gewöhnlichen Aushängegewichts eingeschraubt.

An den andern Arm der Wage hänge man eine auf beyden Seiten matt geschliffene Glastafel, die ungefähr 10 Zoll lang und 7 Zoll breit seyn kann, nachdem man sie zuvor durch Reiben mit warmer Asche von aller Feuchtigkeit befreyet hat, und bringt sie durch Auf- oder Abschrauben der Bleykugel ins Gleichgewicht. Der Ort, bis zu welchen die Bleykugel hin geschraubt ist, bezeichne man auf das genaueste, als den Stand der größten Trockenheit.

Hierauf nehme man die Glastafel wieder ab, tauche sie über und über in Wasser, gebe ihr einen Schwung, daß die Tropfen davon ablaufen, und wische diese unten am Rande ab. So angefeuchtet bringe man sie wieder an die Wage, und stelle diese vermittelst des Drehens der Bleykugel wiederum ins Gleichgewicht. Man bezeichnet hier ebenfalls den Ort, wo die Bleykugel steht, als den höchsten Grad der Feuchtigkeit.

Diese Wage hänge man alsdann in einem Kästchen von trockenem Holze auf, welches geräumig genug ist, daß die Glastafel darin auf- und abgehen kann. Der Deckel des Kästchens wird so weit und nicht weiter ausgeschnitten, als daß die Zunge der Wage sich gerade frey hin und her bewegen kann. Der Zunge parallel bringt man einen Gradbogen an und theilt ihn, von der höchsten Trockenheit an, bis zur höchsten Feuchtigkeit in eine beliebige Anzahl von Graden ein. Auf allen vier Seiten ist das Kästchen zum Durchzuge der Luft mit einigen kleinen Löchern versehen. Auch läßt sich die Zunge an dem einen Arme, und der Gradbogen an der Seite des Kästchens anbringen.

Herr Lüdicke *) bemerkt, daß dieß von Hochheimer vorgeschlagene Glashygrometer in vielen Rücksichten sehr

 brauch-

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. II. S. 70 ff. 1799.

brauchbar und bequem seyn würde, wenn die Wärme und Kälte keinen so großen Einfluß auf dasselbe hätte. Er dürfe nur hierbey die Glasgeräthe der Mitglieder der Florentiner Akademie und der Herren Fontana und le Roy in Erinnerung bringen, wo man sich der Kälte bediente, um das Anschlagen der Dünste an das Gas zu bewirken. Die matt geschliffenen Glasflächen könnten zwar zu gleichförmiger Verbreitung der Dünste, und vielleicht noch in anderer Absicht dienlich seyn; aber auf das Anschlagen der Dünste könnten sie keinen Einfluß haben; dieß geschehe nur alsdann, wenn das Glas kälter als die Luft sey. Da nun das Glas ein viel schlechterer Wärmeleiter als die Luft sey, folglich die Wärme später annehme und verliere, als die Luft: so könne es zwar einiger Maßen als Hygrometer dienen, wenn die Luft nach und nach wärmer werde; wenn aber die Wärme der Luft abnehme, so werde das Glas immer noch etwas wärmer, als die Luft seyn, und würden sich keine Dünste anschlagen, so viel auch deren in der Luft befindlich seyn sollten. Wollte man ja annehmen, oder sollte es sich auch bestätigt finden, daß die in dem Glase befindliche Pottasche einige Feuchtigkeit einsaugte: so würden demnach die sehr ansehnlichen Abweichungen, welche in beyden Fällen von der Wärme und Kälte hervorgebracht werden, das Glashygrometer entweder ganz unbrauchbar machen, oder man würde es nur mittelst einer mühsamen Correctionstafel gebrauchen können.

Da der astrachanische Hygrometerschiefer sehr selten zu bekommen ist, und daher gewöhnlich theuer bezahlt wird, so gab sich Herr Lüdicke Mühe, eine Masse zu entdecken, aus welcher er dergleichen Steine von beliebiger Gestalt und Größe formen konnte. Nach vielen Proben ist er endlich auch so glücklich gewesen, eine sehr feine Erdart zu finden, welche bey gehöriger Bearbeitung einen Stein gibt, der die Feuchtigkeit sehr stark einsaugt, die Erhitzung noch sicherer verträgt, und noch etwas fester ist, als der astrachanische Stein.

Der

Der Herr von Saussüre, welcher seinem Hygrometer eine solche Vollkommenheit gegeben hatte, daß sich ihrer mehrere mit einander vergleichen ließen, und daß es empfindlich genug war, um die Veränderungen der Atmosphäre augenblicklich anzuzeigen, hoffte die Veränderungen des Wetters damit vorhersagen zu können. Er erwartete, daß es bey herannahendem schönen Wetter auf trocken, und bey bevorstehendem nassen Wetter auf feucht zeigen würde; und gewöhnlich geschiehet es auch, daß es auf trocken zeigt, wenn Nordostwind wehet, und im Gegentheil auf feucht, wenn die regnige Jahrszeit herrscht. Seitdem hat er aber die merkwürdige Ausnahme bemerkt, daß die größte Trockenheit gewöhnlich der Vorläufer des Regens ist.

Ueber die Erklärung dieser Erscheinung hatte er wiederhohlt nachgedacht, als er endlich zu Plombieres einen befriedigenden Grund davon entdeckte. Um seinen Beobachtungen den möglichsten Grad von Gewißheit zu geben, verwahrte er seine Instrumente nicht allein gegen die direkten, sondern auch gegen die reflektirenden Strahlen der Sonne, und beobachtete täglich zu derselben Stunde, besonders um 4 Uhr Nachmittags ihren Stand, weil da gewöhnlich der größte Grad der Trockenheit herrscht.

Während seinem Aufenthalte zu Plombieres erfolgte die größte Trockenheit am 2. August. Das Hygrometer zeigte 68°,5, das Thermometer 22°,5. Drey oder vier Tage zuvor hatte das Hygrometer zu derselben Stunde höher, d. h. näher an feucht, gestanden, nämlich auf 86° oder 87°, obgleich das Thermometer beynahe einen Grad höher, nämlich 23°,1 zeigte, und folglich das Hygrometer verhältnißmäßig niedriger hätte stehen sollen. Am Abend desselben Tages regnete es. Zu derselben Zeit als das Hygrometer fiel, fiel auch das Barometer beynahe 2 Linien. Diese außerordentliche Trockenheit schreibt er der Verdünnung der Luft zu, weil in verdünnter Luft das Hygrometer fällt, und auf einen größern Grad der Trockenheit hindeutet, wie er dieß in seinen Ver-

suchen über die Hygrometrie durch verschiedene Versuche bewiesen hat.

Die Richtigkeit von der Erklärung dieser besondern Erscheinung glaubte er nachher durch mehrere Beobachtungen bestätiget gefunden zu haben.

Durch die unter dem Artikel Regen, angeführte Theorie des Dr. Hutton (Th. IV. S. 168) wurde John Leslie veranlaßt, ein ganz neues Hygrometer auszudenken. Er sagt, man habe die Verwandtschaft der Luft zur Feuchtigkeit, in so fern sie durch die Wärme verschiedentlich modificirt werde, bald als ein sehr wichtiges Agens in der Oekonomie der Natur erkannt; nur habe es an Mitteln gefehlt, den jedesmahligen Zustand der Atmosphäre in dieser Hinsicht zu bestimmen. Bey der Unvollkommenheit, fast möchte er sagen, der gänzlichen Untüchtigkeit der Instrumente, die man bisher zu diesem Endzwecke erdacht habe, habe er sich bald überzeugt, daß sich ihre Einrichtung auf willkürliche Annahmen, ja auf ganz irrige Hypothesen stütze. Er habe daher alle die Kunstmittel aufgegeben, durch die man bisher zu Hygroskopen zu gelangen gesucht, und nach andern Grundsätzen geforscht, immer, wo möglich, auch in diesem Theile mathematische Genauigkeit einzuführen, durch welche allein sich wahre Wissenschaft begründen lasse. Hierzu schien ihm die besten Aussichten zu versprechen, wenn man vorher eine Prüfung von dem Allen anstelle, was vorgehe, wenn die Luft auf eine feuchte Oberfläche einwirke.

Es sey bekannt, daß sie Verdünstung erzeuge; aber die Natur dieses Processes und die wahren Bedingungen, welche diese Wirkung bestimmen, seyn noch nicht erforscht. Wasser, welches der freyen Luft ausgesetzt werde, leide durchs Verdunsten einen fortdaurenden Verlust, müsse also auch beständig einen entsprechenden Antheil Wärme verlieren, und die Temperatur der feuchten Masse müßte sich auf diese Art fortschreitend und ohne Gränzen vermindern. Dieses sey aber nicht der Fall, da die erzeugte Kälte eine gewisse Gränze über-

überschreite. Offenbar müsse also die verdünstende Masse zuletzt aus einer andern Quelle wieder Wärme empfangen, und zwar in eben dem Grade, wie sie ihre eigene verliert. Die Art, wie dieses geschiehet, sey nicht schwierig einzusehen. Jeder Antheil Luft, der, indem er sich mit Feuchtigkeit schwängere, die Oberfläche des Wassers berühre, müsse bis auf denselben Grad, den diese besitze, abgekühlt werden, und also sein Uebermaß an Wärme der Wasserfläche abtreten. Da nun der immer wiederhohlte Wärmeverlust des Wassers durchs Verdunsten stets gleich groß sey, so müsse die Wärmemenge, welche dagegen das Wasser aus der mit Feuchtigkeit sich schwängernden Luft erhalte, beständig zunehmen, bis endlich diese Zunahme jenem Wärmeverluste das Gleichgewicht halte: da dann die Temperatur der feuchten Oberfläche sich unverändert auf dem Punkte erhalte, bis zu welchem sie bis dahin hinabgesunken sey. Jeder Antheil von Luft aber müsse, indem er sein Uebermaß von Wärme abtrete, so viel Wasser auflösen, als zu seiner Sättigung gehöre, mithin eine Quantität Wärme wegnehmen, welche dieser Feuchtigkeit proportional, und nöthig sey, sie in Gasgestalt und in Verbindung mit der atmosphärischen Luft zu erhalten. Da diese beyden wirkenden Ursachen zuletzt einander gleich würden, so könne die eine der andern zum Maße dienen, und folglich die durchs Verdunsten erzeugte Kälte genau die Trockenheit der Luft, und den Grad, um welchen sie vom Sättigungspunkte absteht, messen. Die Wirkung dieses Processes hange, wie man hieraus sehe, lediglich von der Beschaffenheit der Luft ab, und werde durch Bewegung oder oftmahliges Erneuern der sich berührenden Oberflächen nicht im mindesten modificiret. Diese Mittel könnten nur den Zeitpunkt des Gleichgewichts beschleunigen, gerade so wie Thermometer, die ihren Stand änderten, im Winde eher als bey stiller Luft auf den gehörigen Grad kämen, ohne daß doch dieser in beyden Fällen verschieden wäre.

Auf was für eine Art auch der Proceß des Verdunstens vor sich gehen möge, so bleibe der Hauptschluß immer richtig, wenn

wenn man nur zugebe, daß das Zuführen der Wärme und das Auflösen der Feuchtigkeit gleichzeitige Wirkungen seyn. Selbst, wenn man es als möglich annehmen wollte, daß die Luft in völliger Ruhe um die feuchte Masse schwebend bliebe, und die Feuchtigkeit sich durch die an einander gränzenden Schichten derselben durchzöge, bliebe das Resultat unverändert, so fern nur die Wärme sich durch dasselbe Medium fortpflanzte. In der That aber werde die Luft, so wie sich ihre Elasticität beym Aufnehmen der Feuchtigkeit vermehre, schnell von einer andern Luftportion, die an ihre Stelle trete, verdrängt, und so eine beständige Circulation in der Luft bewirkt.

Um die Trockniß oder Feuchtigkeit der Luft zu erfahren, habe man daher weiter nichts nöthig, als die Temperaturveränderung einer isolirten, von allen Seiten der Verdunstung ausgesetzten Wassermasse zu beobachten.

Die Zunahme in der Elasticität der Luft, wenn sie Feuchtigkeit auflöset, both ihm ein anderes Hülfsmittel dar, den Grad ihrer Feuchtigkeit zu bestimmen. Ihre Elasticität zu messen, diente ihm ein einfaches Instrument, welches seinem Endzwecke aufs vollkommenste entsprach.

Im Winter 1795. hatte er Gelegenheit, Versuche über die Verdunstung des Eises und über die Kälte, welche dabey entsteht, anzustellen. Statt das Barometer in einem Eisklumpen zu befestigen, bedeckte er die Kugel desselben mit einer Eiskruste, indem er sie wiederhohlt mit Wasser besprengte und dieses frieren ließ; zugleich war in derselben Lage ein zweytes correspondirendes Thermometer mit unbedeckter Kugel angebracht. Mit Erstaunen bemerkte er, wie schnell und gleichmäßig der Unterschied in beyder Stand sein Maximum erreichte, indem die Verdünstung eines kleinen Eishäutchens hinreichend war, die ganze Masse des eingeschlossenen Quecksilbers bis auf den festen Grad zu erkalten. Bedenke man indeß, wie viel außerordentliche Wärme dazu gehöre, einen verhältnißmäßig nur kleinen Theil einer verdunst-

dunstbaren Substanz in Gasgestalt umzuwandeln, so werde dieses begreiflich.

Da nach dem Vorigen zwey Thermometer, die mit irgend einer expansiblen Flüssigkeit, es sey mit Quecksilber, oder Alkohol oder Luft angefüllt seyn, wenn die Kugel des einen benetzt werde, während die der andern trocken bleibe, durch die Verschiedenheit ihres Standes die Beschaffenheit der Luft in Absicht der Feuchtigkeit angäben: so schien ihm zu einem vollkommenen Hygrometer weiter nichts nöthig, als zwey correspondirende Thermometer so mit einander zu verbinden, daß sie weiter nichts als den Unterschied in ihrer Temperatur anzeigten. Er kam daher auf den Gedanken, zwey hohle Glaskugeln mittelst einer engen Röhre mit einander zu verbinden, und in diese ein wenig von einer gefärbten Flüssigkeit zu füllen. Ohne Dazwischenkunft einer besondern Ursache muß diese Flüssigkeit in Ruhe beharren; denn wenn die Temperatur, mithin auch die Elasticität der Luft, in beyden Kugeln dieselbe ist: so muß der Druck beyder auf die Flüssigkeit sich genau das Gleichgewicht halten. Wenn aber durch die Einwirkung der äußern Luft auf die befeuchtete Oberfläche der einen Kugel die Luft in dieser kälter wird: so muß nun vermöge der größern Elasticität der wärmern Luft in der andern Kugel die Flüssigkeit nach jener zu gedrückt werden, so daß es unmöglich seyn wird, die durch das Verdunsten bewirkte Erniedrigung der Temperatur durch die Annäherung der Flüssigkeit an die erstere Kugel zu messen.

Noch kam es darauf an, eine gefärbte Flüssigkeit ausfündig zu machen, die ihre Farbe unverändert beybehielt, und die bey keiner Veränderung der Temperatur weder durch Aufnehmen noch Abtreten von Feuchtigkeit der durch sie verschlossenen Luft modificirte. Hierzu bediente sich **Leslie** Wasserstoffgas.

Das Hygrometer des Herrn **Leslie** hat folgende in Fig. 43. vorgestellte Einrichtung. An das eine Ende einer dünnen, 4 bis 8 Zoll langen, durchgängig gleich weiten Röhre, von $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmesser, wird eine Kugel von schwarz, blau

blau oder grün gefärbten Glase, $\frac{4}{10}$ oder $\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmesser, angeblasen, und die Röhre so einwärts gebogen, daß der hinterste Theil der Kugel in gerader Linie mit der ihr zunächst liegenden geradlinigten Seite der Röhre steht. Eine zweyte etwas kürzere Röhre, die mit der vorigen eine gleiche, oder eine etwas größere Oeffnung hat, wird an dem einen Ende so cylinderförmig erweitert, daß dieses cylindrische Behältniß gerade so viel von einer Flüssigkeit in sich faßt, als die ganze erste längere Röhre, und über dieser Erweiterung wird ebenfalls eine Kugel von gleicher Größe mit der vorigen, aber von weißem klaren Glase, angeblasen. Am entgegengesetzten Ende werden beyde Röhren etwas erweitert, damit man sie hier desto leichter an einander schmelzen könne. Dann füllt man die Kugeln mit Wasserstoffgas, taucht darauf die kürzere Röhre in eine mit Karmin gefärbte Pottaschenauflösung, und treibt aus ihr mittelst der Wärme der Hand einige Blasen Wasserstoffgas, so daß sie sich beym Abkühlen mit einer gehörigen Menge von Pottaschenlauge füllt. Die offenen Röhren werden hierauf vor dem Löthrohre geradlinig an einander geschmolzen. Das ganze Instrument wird dann in einer verschlossenen Stube an die gefärbte Kugel aufgehängt, an die längere Röhre eine Interimsskale befestiget, und die untere Kugel in ein Gefäß mit Wasser getaucht. Gießt man kaltes Wasser zu, so fällt die obere Fläche der Flüssigkeit bis nahe an den Punkt, wo die beyden Röhren zusammengeschmolzen sind; gießt man dagegen warmes hinzu, so steigt sie bis nahe an die obere Kugel. Der Unterschied dieser beyden Temperaturen, die durch ein Thermometer gemessen, und wonach der von der Flüssigkeit in der Röhre durchlaufene Raum eingetheilt wird, gibt die Größe eines Grades. Leslie bediente sich hierbey der Celsiusschen Skale, so daß also jeder Grad des Hygrometers dem tausendsten Theile des Zwischenraums zwischen dem Gefrier- und Siedepunkte entspricht. Darauf wird die ganze Flüssigkeit in eine der Kugeln zurückgetrieben, und die kürzere Röhre an der Flamme eines Lichtes allmählich

gebogen,

gebogen, bis ihre Kugel die innere Seite der längern Röhre berichtet, so daß sie ¼ Zoll weit unterhalb der ersten, etwas herabgebeugten Kugel zu stehen kommt. Zuletzt theilt man die Skale ab, welche wenigstens von 50° bis 150° gehen muß, und klebt sie mit einer Mischung aus Colophonium und Wachs zwischen den beyden Röhren fest.

Um das Instrument zu adjustiren, treibt man Luft aus einer Kugel in die andere, bis die Oberfläche der Flüssigkeit am Anfangspunkte der Skale steht.

Dieses Instrument zeigt, nach Leslie's Meinung, nicht bloß die Trockniß der Luft an; es setzt uns auch in den Stand, die absolute Quantität Feuchtigkeit zu bestimmen, welche die Luft einzusaugen vermag. Denn bey Verwandlung des Wassers in Dampf werden 524 Grad Wärme der 100 grad. Skale verschluckt; und da die Verdünstung in ihren Wirkungen diesem Processe so ganz analog ist, so kann man annehmen, daß auch bey ihr dieselbe Wärmemenge verschluckt werde. Hätte daher die Luft mit dem Wasser gleiche Capacität für Wärme, so würde sie für jeden Grad des Hygrometers so viel Wärme absetzen, als sie dem Wasser beym Auflösen einer Menge von Feuchtigkeit, die $\frac{1}{5240}$stel ihres Gewichtes beträgt, entzieht. Die Capacität der Luft verhält sich aber zu der des Wassers wie 11 zu 6, und nach diesem Verhältnisse müsse folglich die Verdünstung sich vermehren, um dieselbe Wirkung hervorzubringen. Hieraus könnten wir schließen, daß für jeden Hygrometergrad die Luft, um völlig mit Feuchtigkeit gesättiget zu werden, $\frac{11}{6} \cdot \frac{1}{5240}$ oder $\frac{1}{2858}$ ihres Gewichtes Wasser auflösen müßte.

Uebrigens bemerkt Leslie, daß strenge genommen die Grade dieses Hygrometers nicht die Trockniß der Luft in ihrer jedesmahligen Temperatur messen, sondern nur in Beziehung auf die Nichttemperatur der nassen Kugel, bey welcher die Gradation gemacht wurde. Da indeß das Gesetz bekannt sey, nach welchem bey zunehmender und abnehmender Wärme das Vermögen der Luft, Feuchtigkeit aufzulösen, sich ändere: so sey es leicht, aus der bekannten Trockniß der

Luft

Luft in Beziehung auf eine Temperatur, sie in Beziehung auf jede andere Temperatur zu finden.

Mit Hülfe dieses Instruments hat Leslie eine Menge meteorologischer Beobachtungen gesammelt, und die Natur des Thaues, seine Erzeugung und seine sonderbaren Wirkungen auf die Metalle, auf Glas und auf Vegetabilien erforscht. Was aber noch wichtiger ist, so hat er damit die Grade der Anziehung der Luft zur Feuchtigkeit nach Verschiedenheit ihres Drucks und ihrer Wärme sorgfältig bestimmt und diese Untersuchung auch auf die übrigen Gasarten ausgedehnt, wobey es ihm geglückt sey, die Resultate auf wenige und einfache mathematische Gesetze zurück zu führen. M. s. Luft.

Herr Lüdicke *) in Meißen hat eine Vergleichung dieses Leslie'schen Thermohygrometers mit dem Haar- und Steinhygrometer unter der Dunstglocke angestellt. Er erwählte zwey Spiritus-Thermometer mit sehr feinen Röhren, welche mit schwefelsaurer Indigoauflösung gefüllt, und deren Grade so groß waren, daß jeder in 10 Theile getheilt werden konnte. Die Röhre des einen war in der Nähe der Kugel hinlänglich krumm gebogen, damit dessen Kugel unter die Kugel des andern Thermometers gerichtet werden konnte. Beyde Thermometer hatte er in sehr vielen Graden mit einem Quecksilberthermometer so wohl, als unter sich selbst verglichen. Die untere Kugel an der krummen Röhre hatte er mit feinem Druckpapier belegt, und das ganze Instrument war mit einem Fuße versehen, damit es unter die Dunstglocke gestellt werden konnte.

Das hierbey gebrauchte Haarhygrometer hatte den feuchten Punkt im $33\frac{3}{4}$ Grad bey 14 Grad Wärme, und der trockene Punkt war ungefähr 6.

Der feuchte Punkt des Steinhygrometers fiel in den 46sten Grad, und der trockene in 0. Das Quecksilberthermometer hatte die reaumurische Eintheilung.

Das

*) Gilbert's Annalen der Physik; Th. X. S. 110 ff.

Das vorzüglichste Resultat seiner Versuche war dieses, daß das Haarhygrometer die höchste Feuchtigkeit der Luft 5 Stunden früher, und das Steinhygrometer ungefähr 2 Stunden später, als das Lesliesche zeigte, indessen schien das Steinhygrometer mit den letztern viel übereinstimmender zu gehen, als das Haarhygrometer.

Endlich bemerkte Lüdicke, daß sein hier gebrauchtes Thermohygrometer noch Unvollkommenheiten besitze, und schlägt daher eine andere Einrichtung vor.

So große Mühe sich auch die beyden Herren de Saussüre und de Lüc gegeben haben, die Hygrometrie auf feste Grundsätze zurück zu bringen, so behauptete doch Herr Parrot, daß die Hygrometrie durchaus ganz umgearbeitet werden müsse, und daß man nur auf sehr wenige ihrer Data bauen dürfe. Nach Herrn Parrot *) finden nämlich zweyerley Ausdünstungen und Niederschläge Statt, nämlich die physischen und chemischen. (M. s. Ausdünstung in diesem Bande.) Bey uns gebe es unter dem Gefrierpunkte des Wassers keine physische Dünste, keine Ausdünstung und keinen Niederschlag, sondern jeder Niederschlag, jeder Nebel in dieser Temperatur sey Wirkung einer Verminderung des Sauerstoffgehalts. Dagegen gehen die Processe der chemischen Ausdünstung unter allen bekannten Temperaturen vor sich. Nun fragt Parrot, was ist nun Hygrometrie? Wie wird sich diese Wissenschaft durch die Labyrinthe der mannigfaltigen Spiele dieser beyden Processgattungen winden? Die einzige Aufgabe, die Quantität und die Qualität des in einer gegebenen Luftportion enthaltenen Wassers zu bestimmen, sey nun sehr verwickelt, könne aber jetzt aufgelöset werden.

Das in der Luft vermöge der chemischen Ausdünstung enthaltene Wasser sey in der Gestalt einer beständig elastischen Flüssigkeit da, von jedem bekannten Drucke, von jeder bekannten Temperatur unabhängig, und kann nur durch die Zersetzung des Sauerstoffgas niedergeschlagen werden; werde es aber durch jede Zersetzung dieses Gas.

Das

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. X. S. 167 ff.

Das in der Luft vermöge der physischen Ausdünstung enthaltene Wasser sey nicht in beständig elastischem Zustande, nicht einmahl in Dampfgestalt da. Der Niederschlag desselben erzeuge keine Volumsveränderung in der Luft. Es sey in einem Zustande, der etwa die Mitte zwischen dem tropfbaren und dem elastischen halte. Das Wasser sey nicht die einzige Substanz, welche einen solchen Zustand annehme. Davon habe ihn sein häufiger Umgang mit dem Phosphor überzeugt. Daß der Phosphor sich in reinem Stickgas volatisire, sey, besonders seit dem Göttlingischen Streite über das Leuchten des Phosphors, bekannt; über dieß habe er durch sein Eudiometer bemerkt, daß der Niederschlag für sich keine Volumsveränderung bewirke, und daß er durch Verminderung der Temperatur verursacht werde. Man müsse demnach annehmen, daß die Wirkung des freyen Wärmestoffs auf diese Substanzen sie so fein zertheile, daß ihre Theile in die Zwischenräume der Luft aufgenommen werden könnten, und daß sie daraus niederfielen, so bald eine Verminderung der Temperatur oder sonst eine andere Ursache diese Zwischenräume enger mache.

Ob der physische Wasserdunst die Undurchsichtigkeit der Luft vermindere, oder ob diese Verminderung immer Anzeige eines Niederschlags sey, sey noch nicht ausgemacht. Bey sehr heiterer Luft bemerke man hygroskopische Phänomene und Refraktionen, welche nicht leicht etwas anderem als dem physischen Dunste zugeschrieben werden könnten. Indeß, was sey heitere Luft? Wo das Instrument, das den Grad ihrer Durchsichtigkeit messe?

Die wahre Hygrometrie stütze sich also auf die Kenntniß des physischen und des chemischen Dunstes. Hierbey sey zu bemerken, daß alle bisherige Eudiometer, welche geradezu Wasser oder doch befeuchtete Substanzen erforderten, zur Entdeckung der chemischen Ausdünstung und ihrer Messung unfähig seyn, sondern daß das Phosphoreudiometer allein dieses leisten könne. Daher habe die Meteorologie

bis

bis auf die Erfindung dieses Instruments in einem Meere von Widersprüchen versunken gelegen.

Die obige Hauptaufgabe müsse also auf folgende Art aufgelöset werden: einen Theil der vorgelegten Luft müsse man mit Wasser vollkommen sättigen, und dann mit dem Phosphoreudiometer behandeln: einen zweyten Theil der nämlichen Luft aber, so wie er gegeben werde, mit dem nämlichen Instrumente prüfen. Der Unterschied an der Skale des Instrumentes gebe die Menge des chemischen Dunstes an, welche die vorgelegte Luft zu ihrer Sättigung gebrauchte. Durch Aufhängung eines feuchten Lappens in dieser Luft, und durch Abwägung desselben vorher und nachher, würde man nicht allein die Menge des noch aufgenommenen chemischen Dunstes erhalten, sondern auch des physischen. Der physische Dunst werde durch die so genannten hygroskopischen Substanzen, oder nur einiges niederschlagen, da ihre wirkliche und scheinbare Wirkung von der Temperatur abhange. Man müsse also, um den physischen Dunst zu messen, zu andern Mitteln seine Zuflucht nehmen. Ein solches Mittel sey die oben erwähnte Abwägung der Wassermenge, welche die Luft überhaupt noch aufnehmen könne. Eine sehr empfindliche Wage werde dieses verrichten; aber beydes zugleich, die physische und chemische Ausdünstung liefern. Da die Behandlung mit dem Phosphoreudiometer die chemische Ausdünstung allein gemessen habe, so werde die Menge des noch aufgenommenen physischen Dunstes dem Unterschiede der Resultate der Wage und des Eudiometers gleich seyn.

Um auf die Menge des in der Luft enthaltenen physischen und chemischen Dunstes aus diesen Versuchen zu schließen, müßten Fundamentalversuche vorangegangen seyn, welche diese Mengen für den Punkt der Sättigung angeben. Für den chemischen Dunst sey diese Arbeit schon angefangen. Er habe schon in seiner Theorie bestimmt angegeben, wie groß die Menge des chemischen Dunstes für einen gewissen Sauerstoffgehalt gewesen. Man müsse nur noch durch Vervielfäl-

tigung dieses Versuchs mit Luft von verschiedenem Sauerstoffgehalte das Gesetz genauer bestimmen, welches aus dem Sauerstoffgehalte der Luft das Maximum ihres möglichen Gehaltes an chemischen Dunste anzeige. Dann werde eine genaue Abwägung der Ausdünstung eines feuchten Lappens bis zur Sättigung, das Maximum des physischen Dunstes anzeigen. Aber diese Abwägung müsse für alle Temperaturen von 0° bis 80° besonders vorgenommen werden. Vielleicht würde solche Abwägung von 5 zu 5 Graden hinreichen, um eine Formel zu finden, mittelst welcher man für jeden Grad und jedes Zehntheilchen eines Grades dieses Maximum berechnen könnte, und daraus ließen sich dann Tabellen für den praktischen Gebrauch construiren.

Dieses wenige über die Auflösung, der Hauptaufgabe der Hygrometrie, zeige, daß diese Wissenschaft eine ganz neue, sehr mühsame Behandlung erfordere, und es sey nicht abzusehen, daß man je mit weniger Arbeit auskommen werde; denn die Wirkungen der zweyerley Arten des Dunstes seyen außerordentlich von einander verschieden.

Gegen diese vom Herrn Parrot aufgestellte Theorie haben die Herren Böckmann und Wrede nicht unerhebliche Einwürfe gemacht.

Herr Wrede *) bemerkt, daß Herrn Parrot's Theorie zwar etwas Wahres zum Grunde liege; allein bey dem Allen seyen doch viele von ihm aufgestellte Behauptungen sehr wenig schlußgerecht, und der ganzen Theorie fehle es an gehöriger Bestimmung der einzelnen Sätze, so wie manchen Begriffen an der nöthigen Bestimmtheit. Dieß letztere treffe z. B. den Unterschied, welchen er zwischen physischer und chemischer Auflösung des Wassers mache. Ohne den Thatsachen zu nahe zu treten, worauf er diesen Unterschied gründe, scheine es doch, als wenn er den Sauerstoff so wohl, als den Wärmestoff in seinen Einwirkungen auf das verdunstende Wasser zu isolirt betrachtet habe. Es sey gar nicht wahrscheinlich, daß der so genannte freye Wärmestoff bey dem chemischen Ereignisse

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. XII. S. 354 ff.

Ereignisse in der Atmosphäre so ganz und gar keine Beziehung auf das Sauerstoffgas, und umgekehrt haben sollte, oder daß er so ganz frey und unabhängig von beständigen Affinitätsverhältnissen wirken könnte. Schon ganz alltägliche Erfahrungen müßten uns auf die Vorstellung hinführen, daß das, was wir Wärmestoff nennten, eine freye Materie sey, deren Wirkungen von dem sie jedes Mahl umgebenden Mittel eben so wohl, wie die Kraftäußerungen irgend einer andern Substanz, chemisch modificirt werden. Vom Rauche sey es z. B. bekannt, daß er durch Wärmestoff gehoben werden müsse, wenn er zum Schorsteine hinausgehen, und sich in die Atmosphäre erheben solle. Aber der Wärmestoff sey es wahrscheinlich nicht allein, welcher diese Erscheinung bewirke, sondern der Erfolg hänge jeder Zeit von dem Mischungsverhältnisse der atmosphärischen Luft ab. Daher steige der Rauch bey heiterem Wetter nicht nur gerade in die Höhe, sondern verschwinde auch in die Luft, oder werde aufgelöset, beym Regenwetter hingegen erhebe er sich mühsam, und werde aus der Luft niedergeschlagen. Hierbey helfe keine erhöhete Temperatur etwas, und dieß beweise uns, daß der Wärmestoff bey seinen Wirkungen in der Luft durchaus von dem Gesetze der chemischen Mischungen oder von der Affinität abhange. Auch dürfe man wohl in keiner andern, als in dieser Hinsicht von einer Auflösung des Wassers durch Wärme sprechen, wenn sonst dieser Ausdruck im strengsten Sinne genommen werde.

Es scheine diesem nach am consequentesten, und mit den Berthollet'schen Erfahrungen über die Gesetze der Verwandschaften am übereinstimmendsten zu seyn, wenn man den von le Roy aufgestellten Begriff der Wasserauflösung in der Luft hier zum Grunde lege, so daß der Wärmestoff mit der Luftmasse gemeinschaftlich dazu wirke, und daß der jedesmahlige Wärmestoffgehalt den Sättigungsgrad des chemischen Auflösungsmittels für das Wasser bestimmt. Dieß würde sich mit den Parrot'schen Erfahrungen über die Auflösungsfähigkeit des Wassers in verschiedenen Gasarten auch sehr gut

vereinigen lassen, denn daß z. B. das Salpeterstoffgas, es möge im reinen Zustande oder mit Phosphor oder Kohlensäure verunreinigt seyn, einen Antheil von Wasserdunst unaufgelöset enthalten könne, der bloß durch den freyen Wärmestoff seine Dunstgestalt haben solle, weil er nämlich bey verminderter Temperatur wieder niederschlage: damit habe es unstreitig die nämliche Beschaffenheit, wie mit dem erwärmten Wasser, welches in diesem Zustande fähig ist, gewisse Erd- und Steinarten aufzulösen, die bey einer niedrigen Temperatur darin ganz fest bleiben würden. Aber kein Chemiker werde in diesem Falle sagen dürfen, daß die Auflösungen hier durch den freyen Wärmestoff bewirkt worden seyen; denn wenn man einen Körper, wie etwa den Thon, dem freyen Wärmestoffe auf trockenem Wege, d. h., wo dieser im Luftmittel einwirkt und Gegenwirkungen oder Modificationen erleidet, aussetzt: so erfolgt etwas ganz anders, als wenn man ihn dem so genannten freyen Wärmestoffe unter Mitwirkung des Wassers hingibt. Dort wird der Thon hart, hier flüssig. Wie könne denn nun aber ein und derselbe freye Wärmestoff so ganz heterogene Erscheinungen geben, wenn er wirklich frey, d. h., von allen chemischen Verhältnissen, Modificationen und Mitwirkungen anderer Körper ganz unabhängig sey! In der That, man spiele entweder mit dem Ausdrucke: freyer Wärmestoff, oder man lasse es ganz außer der Acht, daß kein einziger Körper im erfüllten Raume aufgestellt werden könne, welcher auch nur in einem einzigen Augenblicke isolirt wirken könne.

Sey der Wärmestoff so etwas zu thun im Stande, dann gerathe die Parrot'sche Theorie wirklich in Gefahr, entweder auf Widersprüchen oder leeren Hypothesen ertappt zu werden: denn sie behaupte, daß das Wasser durch freyen Wärmestoff dunstförmig oder aufgelöset werde, und daß es bey der Zersetzung des Sauerstoffgas aus der Atmosphäre sich niederschlage. Dieses vorausgesetzt, würden bey der Zersetzung des wasserhaltigen Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft beständig Niederschlag und Wiederauflösung des Wassers

Wassers zu gleicher Zeit und an denselben Orte erfolgen, weil durch die Zersetzung des Sauerstoffgas nothwendig Wärmestoff gelöset werde, der dann zunächst auf das oxydirte Wasser wirken müßte. Es sey nun freylich in dieser neuen Hygrologie daran nicht gedacht worden; denn deßwegen behaupte sie, die elektrische Materie binde den gelöseten Wärmestoff. Diese Behauptung sey aber weiter nichts, als eine äußerst gewagte Hypothese, da sich durch keine Erfahrung erweisen lasse, daß Wärmestoff durch elektrisches Fluidum gebunden werde.

K.

Kälte, künstliche. (Zus. zur S. 43. Th. III.) Die Herren **Fourcroy** *) und **Vauquelin** haben die merkwürdigen **Lowitzischen** Versuche wiederhohlt. Als sie, nach **Lowitz** Art, 8 Theile salzsaurer Kalkerde mit 6 Theilen lockern Schnee mischten, sank das hunderttheilige Thermometer, indem die Mischung schmolz, bis auf — 39°, und bis auf — 43° (d. h. auf — 34°,4 nach Reaum.), als man eine zweyte solche Mischung in einem Glase machte, welches in der erstern Mischung stand.

Eine Masse Quecksilber von wenigen Granen wurde bey — 42° (— 33°,6 nach Reaum.) fest. Nimmt man eine etwas beträchtlichere Menge von Quecksilber, so wird das Innere der Masse nicht fest, und gießt man das Flüssige ab, so findet man octädrische Quecksilberkrystalle. Nach einer Nachricht in der decade philosoph. an. 7. n. 14. haben beyde Chemiker eine Masse von 20 Pfund Quecksilber völlig zum Frieren gebracht. In einem Schmelztiegel von Platina soll das Quecksilber innerhalb 30 Secunden, in Porcellan oder in irdenen Schmelztiegeln erst in 2 Minuten gefroren seyn.

Flüssiges völlig gesättiges Ammoniak schoß in weißen Nadeln an bey — 42° und verlor zum Theil seinen Geruch, bey — 47 oder — 49 verwandelte es sich in eine gallertartige Masse.

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. I. S. 479 ff.

Salpetersäure mit Salpetergas gemischt, schießt gleichfalls bey — 40° in rothen Nadeln an, und verwandelt sich in eine Art von Butter. Salzsäure friert leicht bey — 42° in eine gelbe, körnige Art von Butter.

Gut rectificirte Schwefelsäure krystallisirt sich bey einer Kälte von — 44° in weißliche Blättchen, und wird endlich zu einer dunkeln, weißen Masse. Hingegen fror Alkohol in dieser Kälte nicht, welches eine große Verschiedenheit unter diesen Stoffen beweiset.

Taucht man den Finger in diese frosterregende Mischung, so fühlt man einen Schmerz gleich einem heftigen Drucke im Schraubenstock. In 4 Secunden wurde der Finger so weiß wie Schnee, ohne Empfindung, und ließ sich nur mit Mühe wieder ins Leben bringen.

Dieselben Herren haben ihre lehrreichen Versuche über künstliche Kälte vom 19ten Jan. 1799. (30sten Nivose), in einem Hofe, der zur ecole des mines gehört, fortgesetzt. Das Reaum. Quecksilberthermometer stand um 11 Uhr Morgens — 6°, und in dieser Temperatur mischten sie in einem irdenen Gefäße 27 Unzen salzsaure Kalkerde und 18 Unzen Schnee, von gleicher Temperatur mit der Luft, mit kleinen hölzernen Spaten unter einander. Ein Weingeistthermometer in diese Mischung getaucht, sank innerhalb 2 Minuten bis auf — 38°. Acht Unzen Quecksilber in einem Tiegel von Platina eine viertel Stunde lang in diese Mischung gestellt, kamen nicht zum Frieren, indeß 2 Unzen von demselben Quecksilber in einer Glaskugel nach wenigen Minuten darin froren. Im ersten Falle fror also das Quecksilber nicht, bloß wegen seiner großen Masse und seiner schweren Durchdringlichkeit.

Hierauf mischten sie aufs neue 8 Unzen salzsaurer Kalkerde und 6 Unzen Schnee in einem Glase, das bis an den Rand in die vorige Mischung versenkt wurde. Ein Weingeistthermometer sank in diesem Glase in wenigen Secunden bis auf — 43°, und die 8 Unzen Quecksilber im Platinatiegel froren darin in sehr kurzer Zeit, und zwar so, daß sie sich dabey krystallisirten. Da in ihrer Mitte noch einiges Queck-

silber flüssig blieb, so goß man es ab, und dadurch entstand eine Höhlung in Form eines abgeschnittenen Kegels, dessen schmälere Grundfläche den Boden des Tiegels berührte. Diese ganze Höhlung war mit Krystallen von einer unverkennbaren octädrischen Gestalt umzogen. Man legte diese Masse krystallisirtes Quecksilber in eine porzellanene Kapsel, und ob sie gleich unter 7 bis 8 Personen von Hand zu Hand ging, so wurde doch die ganze Masse darin erst nach 3 bis 4 Minuten wieder flüssig. Das Quecksilber ließ sich (gleich geschmolzen Bley, das fest zu werden anfängt.) dehnen und mit dem Finger eindrücken. Wenn man den Tiegel einige Secunden lang hielt, oder den Finger in die Mischung tauchte, empfand man zugleich mit der ausnehmenden Kälte ein heftiges Drukken dem ähnlich, das ein Schraubenstock bewirkt. Beym Herausziehen war der Finger weiß wie Papier und ohne Empfindung; nur wenn man ihn sogleich in Schnee steckte, dann vor und zuletzt in den Mund hielt, ließ er sich ohne Schmerz wieder ins Leben bringen. Hätte man den Finger länger in der Mischung gelassen, so würde unfehlbar alles Leben in demselben erloschen und der Krebs daran getreten seyn.

Man setzte einen Platinatiegel mit flüssigem Ammoniak und ein Glas mit oxydirter Salzsäure in die Frost erregende Mischung, als ihre Temperatur — 39° betrug. Das Ammoniak verwandelte sich in eine graue halbdurchsichtige Masse, dem Leime oder vielmehr dem gelée de silice (Kieselfeuchtigkeit) ähnlich, und in diesem Zustande hatte es viel von seinem Geruche verloren. Die übersäuerte Salzsäure verdichtete und krystallisirte sich nach ihrer gewöhnlichen Art zu einer gelben, etwas grünlichen und körnigen Masse von der Consistenz des Fettes. Man mischte diese beyden gefrornen Massen mittelst eines silbernen Löffels zusammen, in dem Tiegel von Platina, den man bey dem jedesmahligen Hinzuschütten erst herauszog. Es entstand sogleich ein lebhaftes Aufbrausen, und es entwickelten sich weiße Dämpfe, von einem eigenen stechenden Geruche, der jedoch mit dem Geruche des oxydirten salzsauren Gas Aehnlichkeit hatte. Mitten im Ver-

suche tauchte man den Tiegel, worin beyde Stoffe gemischt wurden, wieder an die Frost erregende Mischung, und immer fror alsdann nur das Flüssige.

In eine Mischung von salzsaurer Kalkerde und Schnee, in der das Thermometer auf — 35° stand, wurde ein kleiner Kolben mit sehr reinem und gut rectificirten schwefelsauren Aether getaucht. Nach einigen Minuten, während deren man das Gefäß hin- und herschüttelte, wurde der Aether allmählich milchig, und setzte sich dann plötzlich in eine weiße Masse, die aus einer Menge kleiner Krystalle bestand. Auch der Aether verlor hierbey viel von seinem Geruche. In einer Kälte von — 25° krystallisirte er sich, als das Gefäß ruhig blieb, in längliche, weiße, glänzende und durchsichtige Blättchen, dem übersäuerten salzsauren Kali, oder der Benzoesäure ähnlich. Alkohol ließ sich bey dieser Temperatur nicht zum Frieren bringen.

Man sieht aus diesem und den ersten Versuchen, daß Ammoniak, langsam und allmählich von — 30 bis — 33° erkältet, sich krystallisiret, indeß es bey einer plötzlichen Kälte von — 38 bis — 40° sich in eine Art von Gelée oder Leim setzt, der fast ohne Geruch ist. Der Aether friert und krystallisirt sich sehr regelmäßig bey — 35°. Daß man den Alkohol in einer solchen Temperatur nicht zum Frieren bringen kann, ist allerdings zu bewundern, zeigt aber, daß die Bestandtheile beyder Stoffe in wesentlich verschiedenen Verhältnissen und Anziehungen zu einander stehen müssen, und daß Alkohol bis jetzt die einzige thermoskopische Substanz ist, deren man sich in großer Kälte bedienen kann.

Die Versuche, mehrere brennbare und salzige Gasarten durch Kälte tropfbar-flüssig und gefrieren zu machen, besonders schwefelsaures Gas, salzsaures Gas und schwefelhaltiges Wasserstoffgas, blieben fruchtlos. Die meisten dieser Gasarten zogen sich bey dieser Kälte bis unter $\frac{1}{4}$ ihres vorigen Umfangs zusammen. Fourcroy hatte die Absicht, dieses ihr Zusammenziehen mittelst einer Quecksilberröhre zu messen, in welcher das Quecksilber beym Zusammenziehen allmäh-

allmählich sinkt. Allein das Quecksilber sank so schnell und plötzlich, daß es unmöglich war, es beym Sinken wieder zu ergänzen.

Nicht weniger neu und unterhaltend sind die Versuche mit künstlicher Kälte nach Lowitzens Art erregt, welche der Graf von Mussin Puschin, Vicepräsident des Bergwerkscollegiums in Petersburg, schon 1797. am 5. Decemb. in Gegenwart des Herrn Lowitz anstellte. Er setzte in einer schicklichen Vorrichtung flußspathsaures Gas, in welchem Kieselerde aufgelöset war, dieser Kälte aus, in Hoffnung, es würde dadurch, gleich dem zündenden Salzgas, in einen festen Zustand gebracht und die Kieselerde unter einer merkwürdigen Gestalt abgesetzt werden. Allein, obgleich die Kälte — 36 bis — 40° nach Reaum. betrug, so blieb doch die Flußspathsäure mit der aufgelöseten Kieselerde in der Gestalt eine elastische Flüssigkeit, und konnte durch diese Kälte nicht einmahl genöthiget werden, einen Theil der aufgelöseten Kieselerde abzusetzen. Als man 1 Pfund Wasser in die Vorlage goß, worin die Säure war, fror dieses augenblicklich, zugleich setzte sich eine beträchtliche Rinde von Kieselerde ab, und nach dem Aufthauen war dieses Wasser sehr sauer, wie ein starker Weinessig.

Rauchendes nordhäuser Vitriolöhl, caustisches flüssiges Ammoniak und phosphorsaures, bis zur Consistenz des Vitriolöhls eingedicktes Ammoniak froren, dieser Kälte ausgesetzt, zum Theil; die beyden erstern zeigten sich dabey in ihrer bekannten Krystallenform, das letztere dagegen wie ein streifiges Gewebe. Alle drey blieben eine beträchtliche Zeit hindurch fest. — Rauchender Salpetergeist, so wie die gewöhnliche Salpeter- und die Salzsäure, konnten, aller Bemühungen ungeachtet, nicht zum Frieren gebracht werden.

Eben so wenig gelang es ihnen, nach der Methode des Herrn van Mons eine Mischung von Wasser und Alkohol in einer Retorte völlig zum Frieren zu bringen, und dann durchs bloße Auflegen der Hand aus der Retorte in die damit verbundene Vorlage einen Alkohol überzutreiben, dessen

Flüchtigkeit so groß seyn soll, daß 2 Quentchen, die man in einer Höhe von 6 Fuß herabfallen läßt, verfliegen, bevor sie den Boden erreichen. Sie mochten auf 1 Theil Alkohol 3 oder 2 Theile Wasser nehmen, nie konnten sie die Masse ganz zum Frieren bringen. Im ersten Falle schoß nur $\frac{1}{4}$ der Masse auf dem Boden der Retorte in Eisstrahlen an, und im zweyten gefror höchstens $\frac{5}{8}$ des Ganzen. Es entstanden in der Flüssigkeit innere Bewegungen den Meereswellen gleich; kleine Schichten der Flüssigkeit erhoben sich und fielen nieder, wobey sich zwar von Zeit zu Zeit einige Luftblasen entbanden, die aber nicht die Ursache dieser Bewegung seyn konnten, welche der Graf vielmehr der Scheidung des Weingeistes vom gefrierenden Wasser zuschreibt. Als man 10 Theile Wasser zu 1 Theil Alkohol setzte, fror zwar fast die ganze Masse, da die Kälte − 38° war, aber selbst wenn man eine stark erhitzte eiserne Schaufel dem Gewölbe der Retorte näherte, ging kein Dampf in die Vorlage über.

Folgende Versuche betreffen bloß das Gefrieren des Quecksilbers. Zanetti der ältere stellte die ersten zu Paris an. Am 14. Jan. mischte er bey einer Temperatur von 7° unter dem Gefrierpunkte 8 Theile salzsaure Kalkerde, 7 Theile Schnee und 2 Theile salzsauren Ammoniaks, und that dieses theils in ein Glas, theils in ein Porcellangefäß, in welches das Glas zur Vermehrung der Kälte gesetzt wurde. Darauf stellte er in die obere Schale ein weites mit Quecksilber gefülltes Glas, und sah, daß das Metall in wenigen Augenblicken seinen flüssigen Zustand verließ. Nach 16 Minuten war es dehnbar und ließ sich hämmern wie Bley. Dieses Metall wurde darauf in 6 Unzen Wasser von 75° Wärme gelegt, nach einigen Minuten wurde es darin wieder flüssig, und nun zeigte das Wasser 45° Wärme.

Als er in eine zweyte Mischung nach denselben Verhältnissen ein Glas mit gewöhnlichem Branntewein setzte, fror dieser sogleich; rectificirter Weingeist wurde erst in einigen Minuten fest. Als er aber in das Glas ein trocke-

nes

nes Stück Katzenfell legte, fror die Flüssigkeit gar nicht. Vitriolnaphtha stark rectificirt, brachte dieselbe Wirkung hervor, und auch das Affenfell hat die Eigenschaft, das Gefrieren der Flüssigkeit zu verhindern.

Um dieselbe Zeit brachte zu Rotterdam Herr **W. Rouppe** Quecksilber durch künstliche Kälte, die er nach **Lowitz** Art durch salzsaure Kalkerde und Schnee erregte, zum Gefrieren, sowohl den 4. Jan. Abends um 7 Uhr, da das Fahrenh. Thermometer 19° und das de Lüc'sche Hygrometer auf 89° stand, als auch den 31. Jan. Morgens um halb 9 Uhr, da ersteres 15° und letzteres 83° zeigte. Ein Quecksilberthermometer in diese Mischung gesetzt, fror in einigen Minuten, und das gefrorne Quecksilber fiel beyde Mahl auf — 100° (d. i. — $58\frac{2}{3}$ Reaum.), indeß ein mit Aether gefülltes und mit jenem gleich stehendes Thermometer — 49° (d. i. 36° Reaum.) zeigte.

Einige Jahre vorher hatten bereits Herr **Hassenfratz** und einige französische Physiker interessante Versuche über die künstliche Kälte angestellt, welche noch einer Erwähnung verdienen. Es wurde Salpetersäure, die das specifische Gewicht 1,526 hatte, so lange mit Schnee verdünnt, bis sich bey dieser Mischung keine Wärme weiter entwickelte. Das specifische Gewicht der verdünnten Säure war 1,42, und ihre Temperatur — 9°, dieselbe als die Temperatur der Atmosphäre. Darauf machten sie eine zweyte Mischung aus 3 Theilen Schnee und einem Theile Kochsalz, welches noch sein Krystallisationswasser hatte, wodurch eine Temperatur von — 17° entstand. Diese behielt die Mischung unverändert drey ganze Tage lang, obgleich die Temperatur der Luft zwischen + 5 und — 9° schwankte. Nur erst als alles Salz geschmolzen war, nahm sie die Temperatur der Luft an.

In diese zweyte Mischung wurde ein Glas mit Schnee und ein Glas mit der verdünnten Salpetersäure gesetzt. Letztere erkaltete in einer halben Stunde bis zur Temperatur von — 17°, der Schnee hingegen nicht ganz so stark. Darauf schüttete man den Schnee mittelst eines verzinnten Blech-

löffels

löffels nach und nach in die Salpetersäure, und rührte diese um. Ein Weingeist-Thermometer, das in der Säure hing, fiel während 10 Minuten sehr merklich, bis auf — 31°, und das war die größte Kälte, bis zu der man gelangen konnte. Denn wurde alsdann noch mehr Schnee hinzugethan, so schwamm dieser in Gestalt einer kleinen Eiskruste auf der Säure, und die Temperatur erhöhete sich.

Bey dieser äußersten Kälte ging das Quecksilber in einer Glasröhre, welche gleichfalls in diese Mischung gehalten wurde, in den Zustand der Festigkeit über, wobey derjenige, der sie hielt, einen kleinen Ruck in der Hand zu fühlen glaubte, wahrscheinlich, weil das Quecksilber sich (gleich dem Phosphor) beym Festwerden plötzlich in einen kleinen Raum zusammenzog. Ein Theil des Quecksilbers war krystallisirt. Von dem festen Zustande desselben versicherte man sich durch Hämmern; Amboß und Hammer waren beyde in der zweyten Mischung bis auf — 17° erkältet worden. Es ließ sich dabey stark dehnen. Als man es einige Zeit lang in der Hand hielt, entstand derselbe Schmerz als beym Verbrennen. Die Stelle, die das Quecksilber berührt hatte, ward weiß, unterlief nachher roth und schmerzte mehrere Tage lang.

Zuletzt wurden noch folgende beyde interessante Versuche angestellt. 1) Man goß in einen Schmelztiegel aus Kohlenstaub 8 Unzen Quecksilber, dessen Temperatur nach einem sehr empfindlichen Thermometer, das in das Quecksilber getaucht wurde, + 8 Grad betrug; das Quecksilber im Thermometer wog 66,88 Decigrammen. In dieser Quecksilbermasse, die also überhaupt 2512,61 Decigrammen wog, schüttete man 515,9 Decigrammen Quecksilber, das im Begriff zu gefrieren war, indem die Oberfläche, die sonst convex steht, schon concav geworden war. Nach dieser Vermischung sank das Thermometer auf 0 Grad.

2) Darauf warf man in diese Quecksilbermasse, wie vorhin, deren Temperatur jedoch nur — 3° betrug, eine Kugel aus gefrorenem Quecksilber, ebenfalls wieder 515,9 Decigrammen

grammen schwer. Nachdem diese Kugel gänzlich geschmolzen war, stand das Thermometer auf — 20°.

In beyden Versuchen fiel das Thermometer so schnell, daß sich darüber keine Beobachtung anstellen ließ; darauf blieb es einen Augenblick stehen, und dieß war der Zeitpunkt, zu welchem die angegebenen Thermometerstände gehören; dann stieg es allmählich wieder. In beyden Fällen läßt sich die Wärme des Kohlentiegels und der Thermometerröhre nicht mit in Rechnung bringen; doch konnte ihr Einfluß auf das Resultat der Versuche nur sehr geringe seyn, da die Kohle ein schneller Wärmeleiter ist.

Setzt man die Masse des Quecksilbers im Tiegel und in der Thermometerröhre gleich $\alpha = 2512{,}61$ Decigrammen, welche beym ersten Versuche eine Temperatur von $+ 8°$, im zweyten eine von $— 3°$ hatte, und die Masse des hinzugebrachten gefrierenden Quecksilbers $\beta = 515{,}9$ Decigrammen, so wurde dadurch eine Temperatur des Gemisches im ersten Falle auf 0, im zweyten auf — 20° gebracht. Gesetzt also, Quecksilber sey in allen Temperaturen durch eine gleiche Wärmemenge, die hinzukommt, immer gleich ausdehnbar, und es gefriere bey $— n°$: so müßte zu Folge des ersten Versuchs $8 . \alpha = - n\beta$, folglich $n = - \frac{8\alpha}{\beta}$ $= - \frac{20100{,}88}{515{,}9} = - 39°$ seyn. Allein vermöge eines vorigen Versuchs ist der Gefrierpunkt des Quecksilbers, nach einem Weingeistthermometer, bey — 31°; ein Zeichen, daß das Quecksilber, wenn es zum Gefrieren kommt, von derselben Wärmemenge nicht so stark ausgedehnt wird, als in höhern Temperaturen. Darin stimmt es mit dem Wasser überein, welches nahe beym Frostpunkte durch Wärme sogar wieder ausdehnbar ist, als Glas, und dessen Ausdehnbarkeit bey höherer Temperatur, zumahl beym Siedpunkte, sehr schnell zunimmt. Hätten Tiegel und Glasröhren keine Wärme hergegeben, so würde die Temperatur der Mischung, etwas

unter

unter o gewesen, und daher in der Formel $n = -\frac{8\alpha}{\beta}$ statt 8 ein etwas größerer Coefficient hineingekommen seyn. Schwerlich dürfte dieß aber so viel betragen haben, daß man $n = -39^\circ,5$ setzen konnte.

Im zweyten Versuche, wo die Temperatur der Masse α, -3°, und die des Gemisches -20° war, betrug die Erkältung der Masse α -17°. Diese Erkältung wurde von 2 verschiedenen Ursachen bewirkt: 1) durch das Schmelzen der festen Quecksilbermasse β; 2) dadurch, daß die geschmolzene Masse noch bis zu einer Temperatur von -20° erwärmt werde, wozu, wenn der Gefrierpunkt des Quecksilbers -31° ist, 11° Wärme nöthig wäre. Nun aber wurde im ersten Versuche, indem die Quecksilbermasse β sich nur 31° erwärmte, die Quecksilbermasse α um 8° erkältet. Setzt man daher das Quecksilber in allen Temperaturen gleich ausdehnbar, so muß, indem die Masse β um 11° erwärmt wird, die Masse sich um den Theil von 8° erkälten, der 31° von 11° sind, d. h. um $\frac{8 \cdot 11}{31} = 2{,}84$ Grad.

Zieht man diese Wärme, durch welche das flüssig gewordene Quecksilber β von -31° bis zu -20° erwärmt wurde, von der ganzen Wärmemenge ab, welche die Masse α bey Vermischung mit der gefrorenen Masse β verlor, d. h., von 17°, so erhält man, wie viel von dieser Wärme beym Uebergange des Quecksilbers β aus dem festen in den flüssigen Zustand verschluckt wurde; nämlich so viel, daß dadurch die Masse α um $14^\circ,16$ erkältet werde, folglich die Masse β um so viel Mahl mehr, als sie kleiner als α ist, d. h.:

$$\text{um } \frac{\alpha}{\beta} \cdot 14^\circ,16 = \frac{2512{,}61}{515} \cdot 14^\circ,16 = 68^\circ,98.$$

Wenn daher eine gefrorene Quecksilbermasse schmilzt, und sich in laufendes Quecksilber von derselben Temperatur als das gefrorne verwandelt: so verschluckt sie dabey so viel Wärme, daß die Temperatur von einer gleichen Masse laufenden

fenden Quecksilbers dadurch um 68°,96, oder von — 31° bis auf + 37°,96 erhöhet werden würde; vorausgesetzt, das Quecksilber sey in allen Temperaturen durch Wärme gleich ausdehnbar. Da es aber in den niedrigen Temperaturen weniger ausdehnbar ist, so ist der berechnete Wärmegrad von 2°,84 etwas zu klein, mithin die Wärme von 68°,96 etwas zu groß. Setzt man mit Cavendish den Frostpunkt des Quecksilbers auf — 32°,5, so findet sich diese Wärme gleich 67°,7. Nun aber weiß man aus ähnlichen Versuchen, daß Eis bey seinem Aufthauen, wenn das Wasser gleichfalls die Temperatur der 0° behält, 60° (nach Black's Vers. 62°,2) Wärme verschluckte. Hieraus scheint also das Quecksilber mit dem Wasser sehr nahe, wo nicht genau, überein zu stimmen.

Aehnliche Versuche stellte der Bürger Guyton im Laboratorio der polytechnischen Schule an. Unter diesen sind ihm folgende Erfahrungen eigen. Kali mit Alkohol präparirt, und in einem gleichen Gewichte von Wasser aufgelöset, fror nicht bey — 43° des Centesimal-Thermometers.

Ammoniakgas aus recht trockenem Kalke und salzsaurem Ammoniak bereitet, das man in zwey zusammenhängende Ballons, die mit einer frosterregenden Mischung umgeben waren, aus einem in den andern steigen ließ, verdichtete sie bey einer Kälte von — 41° (32°8 nach Reaum.) zu einer tropfbaren Flüssigkeit, die im ersten Ballon bald zu einer festen Masse fror, im zweyten aber flüssig blieb. Als darauf die Temperatur des Apparats bis auf — 21° stieg, wurde die feste Masse des ersten Ballons wieder zu einer tropfbaren Flüssigkeit, und die Flüssigkeit des zweyten zum Gas. Es scheint, als sey das Ammoniakgas, das in die Ballons stieg, feucht gewesen, und als habe das beygemischte Wasser das Frieren desselben im ersten Ballon veranlaßt. Das, was in den zweyten Ballon überstieg, war durch den Frost, den es im ersten erlitten hatte, ausgetrocknet, und verwandelte sich deßhalb nur in tropfbares Ammoniak, welches bey der Rückkehr von hinlänglicher Wärme wieder in den gasartigen

Zustand

Zustand überging. Ein Zufall störte diesen Versuch, und machte die Resultate unsicher, daher sich Guyton vornahm, ihn zu wiederhohlen.

Guyton suchte auch das Verhältniß wieder zu finden, nach welchem Schnee und Salze zu mischen sind, um die größtmöglichste Kälte zu erzeugen. Dieses bestimmte er mittelst einer einfachen Rechnung aus den bekannten Sättigungsverhältnissen des Wassers mit Salzen unter verschiedenen Temperaturen, indem er zeigt, daß dazu gerade so viel Salz erfordert wird, als nöthig ist, um das Wasser bey der Temperatur, die man bezweckt, völlig zu sättigen. Denn alsdann muß die Mischung zerfließen und tropfbarflüssig werden. Ein Uebermaß an Salz oder an Schnee geht mit dem beygemischten Stoffe keine chemische Verbindung ein, hindert dadurch das Flüssigwerden, und gibt Wärmestoff her, wodurch die erzeugte Kälte vermindert wird. So z. B. sättiget 1 Theil Kochsalz 2,8 Theile Wasser bey einer Temperatur von — 5°, und ungefähr 5 Theile Wasser bey einer Temperatur von — 21°, 25. Daher muß man 5 Theile Schnee mit 1 Theile Kochsalz mischen, um eine künstliche Kälte von — 21°, 25 zu erzeugen.

Die Salze, welche beym Schmelzen durch Feuer ihr Krystallisationswasser verloren haben, entwickeln, wenn man zu ihnen Wasser gießt, anfangs Wärmestoff, bis sie so viel Wasser eingesogen haben, als sie im festen Zustande fassen können; dann erst erzeugten sie bey ihrer Verbindung mit mehrerem Wasser Kälte. Man muß daher, um die größtmöglichste Kälte zu erzeugen, Salze nehmen, die alles ihr Krystallisationswasser haben. Salzsaure Kalkerde schmelzt am Feuer bey + 25°, und wird dann beym Erkalten eine feste Masse; wird sie gepulvert, und durch ein Haarsieb geschlagen, so nimmt sie von der Luft von selbst alles verlorne Krystallisationswasser wieder an, dessen sie, um mit Schnee die größte Kälte zu erzeugen, bedarf.

Guyton erzeugte mit 6 Theilen Schnee und 9 bis 10 Theilen krystallisirter, durch ein Haarsieb geschlagener salzsaurer

saurer Kalkerde eine Kälte von — 48¾° des Centesimal- oder von — 39° des Reaum. Thermometers. Und dabey gibt er folgende Vorsichtsregel an. Wenn beym Abkühlen die verdickte Auflösung der salzsauren Kalkerde sich niederschlägt, so setzt sie sich in einen festen Kuchen an die Seitenfläche des Gefäßes so fest, daß man sie in eine Wärme bringen muß, welche hinreicht, die Oberfläche des Kuchens zu schmelzen. Zu dem Ende tauche man das Gefäß in Wasser von + 15° Wärme, so löset der Kuchen sich völlig ab. Soll ferner die salzsaure Kalkerde so viel Krystallisationswasser als möglich behalten, so muß man sie nur so weit eindicken, daß ihr specifisches Gewicht 1,5 bis 1,53 beträgt. Soll sie aber zur Erzeugung künstlicher Kälte dienen, so kann man sie so weit eindicken, daß sie beym Erkalten sich in eine feste Masse niederschlägt, wenn man diese nur zerstößt und durch ein Haarsieb schlägt. Denn sie zieht die Feuchtigkeit der Luft so mächtig an sich, daß sie sich dabey so viel Krystallisationswassers bemächtiget, als sie nur fassen kann; und dann läßt sich mit ihr eine Kälte von — 43° erzeugen. Gerade so erregt nicht die concentrirte, sondern die bis auf einen Grad mit Wasser verdünnte Salpetersäure die größte Kälte, und dasselbe ist mit allen andern Stoffen der Fall, die vor dem Zerfließen Kälte erzeugen. Sie verbinden sich mit dem Wasser zuerst, nach Art des gelöschten Kalks, wobey sich Wärme entbindet; dann erst lösen sie sich im Wasser auf und dadurch entsteht die Kälte.

In der erzeugten Kälte von — 39° Reaum. fror das Quecksilber an die Wände des Glases fest; noch bey 36° Reaum. ließ es sich hämmern und strecken, es behielt metallischen Glanz, zeigte aber Adhäsion zum Glase. Das mit Alkohol präparirte, und in ein gleiches Gewicht von Wasser aufgelösete Kali fror bey jener Temperatur von — 39° R. nicht.

Kali, ein wenig krystallisirt, und Schnee, die beyde bis auf — 45° des Centesithermometers erkältet waren, erhärteten mit einander, als man sie vermischte. Erst als die Temperatur bis auf — 37°,5 gestiegen war, fing die Schmel-

zung an, und dabey entstand eine Kälte von — 46 bis — 47°, des Centesithermometers. Daraus scheint zu erhellen, daß, wenn man Kali anwendete, welches beym Krystallisiren etwas mehr Krystallisationswasser als das hierbey gebrauchte behalten hat, man beym Vermischen desselben mit Schnee dieselbe Kälte als durch die Lowitzische Mischung, d. h., von — $48\frac{3}{4}$° erhalten könnte, und daß diese Mischung nicht eher als bey — 48° schmelzen würde.

Nach Bergmann's Bestimmung werden von einem Theile Kochsalz bey — 5° Kälte, 2,8 Theile Wasser völlig geschwängert, daher in 1722 Decigrammen einer völlig gesättigten Kochsalzauflösung sich unter dieser Temperatur 1268,4 Theile Wasser und 453,2 Kochsalz befanden. Als man diese Auflösung einer Kälte von — 20° aussetzte, schlugen sich 210 Decigrammen Salz daraus nieder, blieben also noch 243,2 Theile Kochsalz zurück, so daß in dieser Temperatur auf 5 Theile Wasser, 1 Theil Kochsalz bey völliger Sättigung kam. Mischt man daher Schnee und Kochsalz nach diesem Verhältnisse, so wird umgekehrt bey ihrem Schmelzen eine Kälte entstehen, die das Thermometer von — 5 bis auf — $21\frac{1}{4}$° herabbringt. Verändert man diese Dosis der Mischung, so ist, ehe beym Schmelzen die Temperatur auf — 20° herabkommt, an einem der beyden Stoffe Ueberfluß vorhanden; und da der dann eine höhere Temperatur hat, so gibt er der gefrierenden Mischung eine Wärme her, und diese kann dann nicht bis zu — 20° kommen. Dieses Raisonnement bestätiget die Erfahrung aufs beste; indem 5 Theile Schnee und 1 Theil Kochsalz gerade mit einander zerschmelzen und dabey — 20 bis — 21° Kälte erregen, bey weniger Schnee aber Wasser hinzugegossen werden muß, um das Gemisch zum Schmelzen zu bringen.

Auf dieselbe Art läßt sich das Verhältniß finden, nach welchem Schnee mit jedem andern Salze zu mischen ist, um den größten Grad von Kälte zu erregen.

Bey dem oben beschriebenen Versuche mit Ammoniakgas wurde das Gas in einer gläsernen Retorte aus sublimirten,

und

und dadurch seines Krystallisationswassers möglichst beraubten Salmiak, der mit weißem Marmor gemischt ward, über Feuer entbunden. Das Gas stieg durch eine Verlage in einen Apparat, der aus zwey zusammenhängenden Ballons und aus zwey Flaschen bestand. Die Ballons waren leer, die erste Flasche enthielt Quecksilber, die zweyte Wasser. Nachdem die atmosphärische Luft aus den Gefäßen durch die Wärme ausgetrieben war, umgab Guyton den ersten Ballon mit einer frosterregenden Mischung von — $21\frac{1}{4}°$ Kälte, aus Kochsalz und Schnee. Als die Retorte anfing sich zu erkälten, stiegen wässerige Dämpfe auf, die sich in der Vorlage zu einer tropfbaren Flüssigkeit, und in dem ersten Ballon in Eis verwandelten. Darauf entband sich das Ammoniakgas, das man zwar durch das Wasser in der zweyten Flasche hindurchgehen sah, doch nicht im zweyten Ballon wahrnahm. Als aber dieser Ballon mittelst einer Mischung aus salzsaurer Kalkerde und Schnee bis auf — 43°,7 erkältet wurde, beschlugen die Wände desselben mit einer tropfbaren Flüssigkeit, die im Boden des Ballons zusammenflossen. Da sich die Kälte der Mischung bis auf — $36\frac{1}{4}°$ vermindert hatte, bildete sich diese Flüssigkeit nicht weiter, die schon gebildete blieb aber in ihrem Zustande. Die Frost erregende Mischung wurde darauf erneuert, und die Kälte bis auf — 41° oder — 42° verstärkt, und zugleich die Entbindung des Ammoniakgas beschleunigt. Die Flüssigkeit im zweyten Ballon nahm nun zusehends zu; nur wurde sehr wenig Gas entwickelt durch die letzte Flasche, und der Druck auf den fetten Kitt des Ballons, worin die Flüssigkeit sich bildete, war so stark, daß das Oehl aus dem Kitte in den Ballon hinabträufelte, wo es sogleich fest wurde. Darauf ließ man die Retorte erkalten, und den Apparat wieder zur Temperatur der Luft gelangen. So wie er sich dieser Temperatur näherte, verwandelte sich die Flüssigkeit des zweyten Ballons wieder in ein Gas. Dieses wollte Guyton in eine mit destillirtem Wasser gefüllte Flasche hineinlassen; aber im Augenblicke, da fast die gesammte Flüssigkeit sich wieder in Gas verwandelt

hatte, stieg das Wasser aus der zweyten Flasche schnell in den kalten zurück. Das Wasser, welches zu Anfange des Versuchs im ersten Ballon gefroren war, und während der Entwickelung des Gas sich in wässeriges Ammoniak verwandelt hatte, blieb bey einer Temperatur von — $21\frac{1}{4}$° oder — 17° Reaum. flüssig.

Daraus schien zu erhellen, daß das trockenste Ammoniakgas, welches alles Wassers, so viel als möglich, beraubt ist, wenn es durch ein Gefäß gegangen ist, worin Wasser bey — 21° Kälte gefrieret, sich in eine Flüssigkeit unter — 48° Kälte verdichtet, und daß es wieder zur Gasgestalt zurückkehret, so wie die Temperatur sich der der Atmosphäre nähert. Guyton behielt sich vor, den Versuch noch ein Mahl zu wiederhohlen, um diese Resultate zu bestätigen, und dabey den Rücktritt des Wassers aus der letzten Flasche in den zweyten Ballon sorgfältig zu vermeiden: überzeugt, daß, wenn dieser Ballon die Temperatur der Luft ganz wieder erreicht hat, auch nicht ein Tröpfchen Flüssigkeit darin zurückbleiben werde. Da ein wenig von diesem Gas, welches mit dem Wasser im ersten Ballon in Verbindung getreten war, dieses bey — 21° Kälte flüssig erhielt: so wäre es möglich, daß weniger Wasser, mit viel mehr Gas verbunden, selbst einer Kälte von — 48°, ohne zu gefrieren, widerstehen könnte. Ob dieses der Fall sey, wird sich bey Wiederhohlung des Versuchs zeigen, wenn man das Gas unmittelbar mit Quecksilber über gut calcinirter Pottasche sperrt.

In einem Briefe des Herrn van Mons in Brüssel an Guyton schreibt jener, daß es ihm gelungen sey eine Kälte von — 53° nach Reaum. zu erzeugen. Dazu bediente er sich einer Mischung aus salzsaurer Kalkerde und festem kaustischen Natrum. Dieses letztere erhält er aus dem Kochsalze, indem er es mit gebranntem Kalk vermischt, diesen löscht und dann erkaltet filtriret. In einer Temperatur, wie sie in dem stark geheitzten Laboratorio war, verläßt die Salzsäure das Natrum, und tritt mit dem Kalke in Verbindung, diesen verläßt es wieder bey einer Temperatur von 40 oder weniger Graden,

anfangs

anfangs zwar nicht ganz, jedoch völlig, wenn die eingedickte Mischung kalt genug geworden ist, um in den festen Zustand überzugehen. Alle Flüssigkeiten, welche ihm zur Hand waren, froren bey dieser außerordentlichen Kälte. Salzige Auflösungen ließen ihr Salz fahren, einige in Gestalt eines Pulvers, andere in Krystallenform, unter eigenen Gestalten. Gold, Silber, Zinn und Bley ließen sich nicht mehr hämmern, und konnten beynahe zerbrochen werden; eine Feder zerbrach wie Glas. Die krystallisirten Salze von ihrer Mutterlauge getrennt, schmolzen bey einer Temperatur, die unter 20 bis 25 Grad war.

Kalkerde. (Zus. zur S. 77. Th. III.) Herr Guyton *) stellt aus Versuchen die Vermuthung auf, daß die Kalkerde aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff bestehe.

Klang. (Zus. z. S. 104. Th. III.) Herr Chladni [β]) hat über die Klänge der Stäbe neuere Versuche angestellt, und gefunden, daß eine dreyfache Art in schwingende Bewegungen setze. Diese Bewegungen sind nämlich 1) Transversalschwingungen, wo der Stab, oder die Theile, in welche er sich abtheilt, seitwärts so schwingen, daß sie mannigfaltige krumme Linien bilden, und von welchen zuerst Daniel Bernoulli, und nachher Euler Untersuchungen angestellt haben; 2) Longitudinalschwingungen, wo der Stab oder jeder seiner Theile sich der Länge nach so ausdehnt, oder zusammenzieht, daß er sich bald gegen den einen, bald gegen den andern Schwingungsknoten stemmt, von welcher Herr Chladni in einem eigenen Aufsatze (Erf. 1796.) gehandelt hat; 3) drehende Schwingungen, wo sich der Stab oder jeder der Theile, in welche er sich abtheilt, abwechselnd, rechts und links, schraubenförmig dreht, wobey die Schwingungsknoten oder die Gränzen der schwingenden Theile, eben so wie bey andern Arten der Schwingungen, ohne Bewegung bleiben. Diese letzte Art der schwingenden Bewegung läßt sich am leichtesten an

α) Journal de physique. Tom. LIV p. 81.

β) Neue Schriften der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. B. II. Berlin 1799. S. 274.

einem hinlänglich langen cylindrischen Stabe, dessen Oberfläche so glatt als möglich ist, hervorbringen, wenn man den Stab an einer Stelle, wo ein Schwingungsknoten ist, mit zwey Fingern der andern Hand locker hält, und mit einem zwischen den Fingern der andern Hand gehaltenen wollenen Lappen, an einer schwingenden Stelle, in einer drehenden Richtung reibt. Wenn der Stab von Holz oder Metall ist, so wird das Läppchen vorher mit Colophonium oder anderm Harzstaube bestrichen; wenn man sich aber eines gläsernen Stabes, oder einer gläsernen Thermometer- oder Barometerröhre bedienet, wird sie mit Wasser benetzt, und mit einem feinen Schleif- oder Polirsande bestreuet.

Die Arten, wie ein Stab, nachdem er entweder ganz frey oder an einem Ende befestiget und an dem andern frey, oder an beyden befestiget ist, sich in schwingende Theile abtheilen kann, so wie auch die Lage der Schwingungsknoten, sind ganz eben so, wie bey den Longitudinalschwingungen; auch richten sich die Höhe und die Tiefe der Töne nach eben denselben Gesetzen. Nur zeigt sich hierbey dieser Unterschied, daß, so weit es **Chladni** beobachtet hat, bey einer drehenden Richtung der schwingenden Bewegung der Ton alle Mahl um eine Quinte tiefer ist, als wenn der Stab unter eben denselben Umständen longitudinal schwingt.

Aus diesen drehenden Schwingungen erklärt **Chladni** eine Erscheinung, welche er in seinen Entdeckungen über die Theorie des Klanges S. 72 und 73 erwähnt, aber, wie er sagt, unrichtig beurtheilt habe. Es zeigte sich nämlich an einem vierseitigen prismatischen Stabe, dessen eines Ende in einem Schraubestock geschraubt war, wenn er eine von dessen Kanten in diagonaler Richtung mit dem Violinbogen strich, und auf eine horizontale Seite desselben Sand streuete, auf dieses eine der Länge nach gehende Linie, wo der mit aufgestreuete Sand, welcher von den übrigen Stellen durch die Schwingungen weggeworfen ward, ruhig liegen blieb; und eben dasselbe zeigte sich auf jeder Seite des Stabes, wenn sie horizontal gehalten ward. Auch an einer vierseitigen

tigen Stimmgabel hat er dieß einige Mahl bemerkt. Die Ursache davon liegt nach ihm darin, weil an den Kanten, wegen ihrer größern Entfernung von der Achse, die Excursionen bey diesen Schwingungen größer sind, als in der Mitte einer jeden Seite, weßhalb der aufgestreuete Sand, welcher von den näher an den Kanten befindlichen Stellen weggeworfen wird, in der näher bey der Achse befindlichen Mitte einer jeden Seite, wo die Schwingungen am kleinsten sind, der Länge nach sich anhäufen muß.

Kohle. (Zus. zur S. 137. Th. III.) Die Herren **Grindel** und **Parrot** haben durch gemeinschaftliche Versuche bewiesen, daß die Kohle eine zusammengesetzte Substanz sey, und daß die so genannte Kohlenstoffsäure nur zufällig in der gemeinen Kohle, wie im Kalk und in der Kreide existire; daß der wahre Kohlenstoff von ihr verschieden, und zwar entweder reiner Wasserstoff in fester Form mit etwas Erde vermischt, oder eine Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff sey; daß es folglich keinen eigenen Wasserstoff, sondern bloß Kohlenstoff gebe, folglich Wasser aus Kohlenstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sey. Inzwischen hatte bereits **van Marum** [α]) durch Versuche gezeigt, daß die Kohle Wasserstoff enthalte, ohne daß diese jenen Herren bey ihrer gemeinschaftlichen Untersuchung bekannt waren. Als sie aber dieselben zu ihrer großen Freude erfuhren, suchten sie ihre bereits gemachte Theorie noch mehr zu befestigen [β]). Sie nehmen daher den Satz als unumstößlich bewiesen an, daß die vegetabilische Kohle vorzüglich aus zwey Stoffen bestehe, und halten die Priestley'sche Zersetzung des Wassers durch reine Kohle als einen neuen direkten Beweis ihrer Behauptungen, anstatt ein Einwurf wider das Daseyn des Sauerstoffs zu seyn. Weniger fest aber war ihnen der Satz, daß die reine Kohle der Wasserstoff sey, obschon der Versuch der Wassererzeugung ihnen 4 Mahl gelungen war, und die gewonnene Wassermenge mehr aus-

α) Gilbert's Annalen der Physik; B. [illegible]. S. 100 ff.
β) Voigt's Magazin der Naturkunde; B. III. St. 2. S. 217 ff.

machte, als diejenige, welche das Sauerstoffgas als Dunst enthalten konnte. Allein eben dieser Umstand, daß dieses Gas Dunst enthalte, zwang sie den Versuch als unrein zu betrachten, und den Satz mit einiger Schüchternheit anzunehmen. Da aber van Marum durch Entbindung des Sauerstoffgas aus Quecksilberkalk und dessen unmittelbarer Verwendung zum Verbrennen der Kohle alle Möglichkeit einer hinzugeschlichenen Feuchtigkeit entfernt, und dabey beträchtliche Wassermengen erzeugt habe: so ruhe dieser Satz auf so festen Grundlagen, als irgend einer in der Chemie. Es erscheine daher diese Substanz in zwey von einander sehr verschiedenen Körpern als Grundstoff, in der Kohle und in dem Wasser. Hierdurch entstehe aber nun in der Nomenklatur eine wichtige Unbestimmtheit. Welche von diesen beyden Substanzen habe nämlich das Recht diesem Stoffe seinen Nahmen zu geben? Einer Seits könne man für die Kohle anführen, daß in derselben, aber nicht im Wasser, dieser Stoff mit seiner Haupteigenschaft, der Entzündlichkeit, sich befinde. Andern Theils aber könne man für das Wasser anführen, daß dieser Stoff nicht als solcher in den Pflanzen angetroffen werde, sondern zu Wasser gebunden, daß er also aus dem Wasser geschieden werde. In diesen Fehler der Ungewißheit werde man beständig fallen, so lange man die Nahmen der einfachen Stoffe von ihrem Daseyn in zusammengesetzten Substanzen nehmen werde. Glaube man auch, daß es nur eine Substanz gebe, welche diesen Stoff enthalte, so sey man dennoch in Gefahr, daß neuere Physiker ihn in andern einst antreffen könnten. Dieser Collision entgehe man, wenn man den Grundstoffen den Nahmen ihrer vorzüglichsten Wirkung gebe. So hätten andere Grundstoffe, als Oxygen, Azote ihren Nahmen erhalten. Dieser Regel zu Folge müsse der bisherige Wasserstoff Flammstoff (Phlogogène) genannt werden. So könne der ehemahlige Kohlenstoff, den wir Luftsauerstoff genannt hätten, diesen Nahmen nicht beybehalten, weil er sich in der ganzen organischen Natur, wie auch in mehreren Kalkarten befinde; ihm

komme

komme eigentlich der Nahme Azote, Stickstoff zu, weil dessen Verbindung mit Sauerstoff zu Luftsäure die tödtende Eigenschaft in weit höherem Grade besitze, als der Hauptbestandtheil der atmosphärischen Luft, und größten Theils ein Auswurf der lebenden organischen Natur sey. Der bisherige Stickstoff tödte nur, weil er die Stelle des Sauerstoffs in der respirabel seyn sollenden Luft einnehme; jener aber ist an sich tödtend schon in sehr kleinen Portionen zu 4 Procent in der atmosphärischen Luft, zu 25 Procent in reinem Sauerstoffgas. Dem alten Stickstoff komme ein Nahme zu, der seine Eigenschaft den Reitz des Sauerstoffs zu mäßigen ausdrücke. In Ermangelung eines andern schlägt Parrot das Wort Oxykollastes vor, welches mäßigen des Reitzes eben so gut als des Sauerstoffs bedeute.

Ueber die Wassererzeugung, welche diese Reform in der Nomenclatur motivirte, sey noch zu bemerken, daß noch sehr viele Ursachen erforderlich seyn würden, um die Bedingungen ihrer Erzeugnisse ganz bestimmt festzusetzen. Denn daß sie nicht unter allen Umständen von Statten gehe, hätten uns Versuche gelehrt, welche nicht mit hinreichender Bestimmtheit angestellt wurden. Es scheine daraus zu folgen, daß, wenn das Sauerstoffgas im Uebermaß gegenwärtig sey, und nicht hinlänglich erhitzt werde, die Wassererzeugung nicht Statt finde, sondern daß eine Säure entstehe, die mit der alten Luftsäure Aehnlichkeit habe, sich aber von derselben dadurch unterscheide, daß sie von dem besten Flammenstoffe nicht absorbiret werde. Bey der jetzt üblichen Wassererzeugung im Gazometer entstehe auch unter gewissen Umständen eine Säure.

Die Herren Parrot und Grindel stellen nun folgende Theorie zur Prüfung der Naturforscher auf. Die Pflanzen enthalten concretes Wasser im flüssigen und zu verschiedenen Graden im festen Zustande. Sie enthalten außerdem Azote. Die Kohle ist das Produkt der Verbrennung, ohne atmosphärischen Sauerstoff. Bey hinreichenden Zufluß der atmosphärischen Luft entsteht keine Kohle, sondern es wird Alles

verflüchtiget bis auf einen kleinen erdigen Rückstand, der in der Berührung mit kaltem Oxykollastes Asche wird. Bey der Verkohlung im Großen wird nur so viel atmosphärische Luft zugelassen, als nöthig ist, um durch partielle Entzündungen eine hohe Temperatur zu erzeugen. Man muß also diese Verkohlung betrachten, als geschehe sie in einem stark erhitzten verschlossenen Gefäße, welches die erzeugten Luftarten herausläßt, ohne hinlänglichen Luftzug zu verstatten, um die Entzündung zu Stande zu bringen.

Wird nun ein Stück Holz in diesem Gefäße erhitzt, so gehen folgende Processe vor sich. Das flüssige Wasser verdampft nach den bekannten Gesetzen. Das festere Wasser aber hält größere Grade von Hitze aus, und bedarf einer heftigen Glühehitze, um dampfförmig zu werden. Durch die Erzeugung einer solchen Hitze verläßt das Wasser den festen Zustand, wird Dampf, glühender Dampf. Dadurch wird die Verwandtschaft seiner Grundlagen geschwächt, die des Azote aber zum Sauerstoff erhöhet. Das Wasser wird zersetzt. Sein Sauerstoff bildet mit dem Azote die Luftsäure, welche allen Wärmestoff, der auf seine und des Sauerstoffs Verwandlung in Gas verwendet wurde, mit sich nimmt. Der Flammstoff verliert also diesen Wärmestoff, oder vielmehr er erhält nichts davon, wenigstens nicht genug um ebenfalls gasförmig zu werden, obgleich die Erhitzung fortdauert; weil die Bildung der Luftsäure sie gleich beym Eintritt verschluckt. Der Flammstoff muß also in fester Gestalt zurückbleiben. Liefert das zersetzte Wasser nicht genug Sauerstoff, um das Azote ganz in Säure zu verwandeln, so bleibt ein Theil des Azote durch die uns bekannten Grade der Hitze nicht ohne Zutritt von Sauerstoff gasförmig. So muß also das Produkt der Verkohlung, die Kohle, aus Flammstoff und Azote im festen Zustande bestehen. Harz, Wachs, Talg, Oehl, Alkohol sind Zusammensetzungen in verschiedenen quantitativen Verhältnissen aus Azote und Wasser zu verschiedenen Graden der Festigkeit. Die Bleiche mit Kochsalzsäure,

die

die Zerstörung aller Pflanzenfarben durch den reinen Kalk, der zum Azote die größte Verwandtschaft hat, einige Entfärbungen, welche ihnen mit dem Flammstoffe gelungen sind; Alles führt uns darauf, daß der Stoff aller Farben in den Vegetabilien das Azote in der angeführten Bedeutung sey. Alle vegetabilische Säuren haben gleichfalls diesen Stoff zur Grundlage. Endlich gibt die neuere Chemie zu Grundstoffen aller übrigen vegetabilischen Substanzen Kohlenstoff und Wasserstoff an. Da aber die freye Gegenwart des letzten in den Pflanzen nur durch Zersetzung des Wassers, die man nicht erweisen kann, erklärbar ist, und da man seine Gegenwart überhaupt nur durch die Produkte der Verbrennung erkennt: so dürfen wir diesen Stoff nicht als frey, sondern nur zu Wasser gebunden in den Pflanzen annehmen, um so mehr, da diese Hypothese alles auf eine sehr einfache Art erklärt. Das Azote kommt zwar als Säure in den Pflanzen vor, verliert aber daselbst seinen Sauerstoff, durch die Einwirkung des Lichtes, daher das Ausschwitzen von Sauerstoffgas aus den Pflanzen.

Demnach kann man für jetzt festsetzen, daß die Grundlagen der Pflanzen aus Wasser und Azote bestehen, und diese Stoffe zu den ersten Stoffen der Pflanzen machen. Die Nebenstoffe sind außer dem Wärmestoffe, Lichtstoff und Sauerstoff. Sie gehen mit den erstern einzelne Verbindungen ein; sie modificiren die Verbindung der erstern unter sich, und haben überdieß mit dem Wärmestoffe die Erhaltung des Lebensprocesses durch ihre Fähigkeit Reitze zu erregen, zu bewirken.

Kohlensäuremesser, Anthracometer. (R. A.) Ein von dem Herrn von Humboldt erfundenes Instrument, welches dazu dient, die Menge von Kohlensäure zu bestimmen, welche sich in einer gewissen Menge Luft (z. B. atmosphärischer Luft,) befindet. Dieses Instrument besteht aus einer 3 bis 5 Linien weiten, etwa 12 Zoll langen sehr starken Glasröhre, die sich unten in eine Kugel von 1,2 bis 1,3 Zoll Durchmesser endiget. Die untern 3 Zoll der Röhre werden

den an der Lampe so umgebogen, daß die Kugel nicht über 6,3 Zoll weit von der Röhre absteht, um in ein enges Glas Wasser getaucht werden zu können. Die Röhre (Fig 43.) ab muß in ihrer ganzen Länge gleich seyn. Erweiterungen in c und d sind für den Gebrauch gleichgültig, nur muß zur Ersparung der Reagentien die ganze Capacität des Instrumentes nicht über 2 bis 2,5 Cubikzoll betragen. Bey e ist die Röhre so zerschnitten, daß der obere Theil 7 Zoll Länge behält und durch Metallcylinder so verbunden, daß keine Flüssigkeit durchdringen kann. Das obere Ende der Röhre ist in einen etwa 6 Zoll hohen, metallenen Cylinder gekittet, der von außen etwa 9 sehr enge Schraubengänge hat, und an der Mündung kegelförmig ausgedrehet ist. In diese Mündung paßt ein konisches Muschelventil von 1 bis 2 Linien Dicke. Ein zweyter Cylinder von Metall, der bey 5 Linien Höhe oben durch eine Platte verschlossen, und inwendig als Schraubenmutter ausgehöhlet ist, paßt als Deckel auf die Röhre. Um den Druck zu vermehren, ist die Platte kl in der Mitte durchbohrt, und eine zweyte Schraube m preßt das Ventil auf die Mündung der Röhre.

Der Gebrauch dieses Instrumentes ist sehr einfach. Man fülle es mit flüssigem ätzenden Ammoniak; dann gieße man aus ae so viel heraus, als man Luft untersuchen will, und trage die Länge der Luftsäule ab mit dem Zirkel auf einen Maßstab; ist aber ae selbst eingetheilt, so merke man sich die Zahl der Grade. Man schließe das Ventil, und lasse die Luft in die Kugel gehen. Hier befindet sie sich wegen der großen berührenden Fläche in einer vortheilhaften Lage, um ihre Kohlensäure an das Ammoniak abzutreten. Dadurch sinkt das Ammoniak in der engen Röhre ae. Man öffnet das Ventil, und füllt die Röhre ganz, so bald das Sinken aufhört. Man läßt die Luftsäule aus der Kugel wieder in die Röhre. Da sie comprimiret ist, schraubt man sie unter Wasser bey e ab, und steckt das obere Stück so weit unter, bis die Flüssigkeit von innen und außen gleich hoch steht. Der Rest von der erstern Menge Luft abgezogen,

zeigt die Menge der Kohlensäure. Den Stand des Barometers und Thermometers kann man bey diesem Versuche als beständig annehmen.

Kohlenstoff. (Zus. zur S. 140. Th. III.) Nach den Versuchen des Dr. Austin's dehnt sich kohlenhaltiges Wasserstoffgas (schwere inflammable Luft), wenn es mit Quecksilber gesperrt wird, durch wiederhohlte elektrische Schläge bis auf das doppelte des vorigen Raums aus. Daß hierbey Wasserstoffgas entwickelt wird, zeigt sich dadurch, daß dieses vermehrte Gas beym Verbrennen eine weit größere Menge von Sauerstoffgas, als zum Verbrennen des unelektrisirten erforderlich ist, verzehrt. Die Glasröhre und das Quecksilber konnten dieses Gas nicht hergegeben haben; es mußte sich also aus irgend einem der Stoffe entwickelt haben, die in dem Wasserstoffgas aufgelöset waren, d. h., entweder aus dem Kohlenstoffe, oder aus dem Wasser, welches letztere zwar keinen wesentlichen Bestandtheil des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas ausmacht, sich aber doch immer darin in beträchtlicher Menge aufgelöset findet.

Dr. Austin, welcher an das Wasser nicht gedacht zu haben scheint, glaubte, das hinzu gekommene Wasserstoffgas entstehe durch Zersetzung des Kohlenstoffs, und hielt sich selbst durch seine Versuche berechtigt zu glauben, der Kohlenstoff sey kein einfacher Stoff, sondern bestehe aus Wasserstoff und Stickstoff. Entstehe das hinzukommende Wasserstoffgas wirklich dadurch, daß der Kohlenstoff mittelst elektrischer Schläge zersetzt werde, so müßte elektrisirtes kohlenhaltiges Wasserstoffgas nach dem Abbrennen mit Sauerstoffgas weniger kohlensaures Gas, als unelektrisiret geben. Dr. Austin's Versuche hierüber sind mit der äußersten Sorglosigkeit gemacht, und beweisen nichts. Dagegen zeigten des Herrn **Henry** *) Versuche unwidersprechlich, daß die elektrischen Funken nicht den Kohlenstoff im kohlenhaltigen Wasserstoffgas zersetzten; denn vor und nach dem Elektrisiren bleibt gleich viel Kohlenstoff vorhanden. Schon der Dr. Austin habe

*) Philos. Transact. for. 1797. P. II. p. 401 — 415.

habe es unmöglich gefunden, das kohlenhaltige Wasserstoffgas beym Elektrisiren viel über das Doppelte zu vermehren; ein Zeichen, daß der Stoff, der das Wasserstoff hergibt, dann ganz zersetzt seyn müßte. Dieses sey aber mit dem Kohlenstoffe nicht der Fall, wovon immer noch genug vorhanden bleibe. Er könne also auch aus diesem Grunde nicht das Wasserstoffgas hergeben.

Folglich müsse dieses Gas durch Zersetzung des Wassers, das im kohlenhaltigen Wasserstoffgas aufgelöset sey, erzeugt werden. Daß dieß wirklich der Fall sey, bewieß **Henry** durch einige Versuche. Das Stickgas, welches nach dem Abbrennen des kohlenhaltigen Wasserstoffgas mit Sauerstoffgas zurückblieb, leitet **Henry** von der Beymischung desselben bey dem kohlenhaltigen Wasserstoffgas her, sey aber keines Weges durch die elektrische Materie aus demselben erzeugt worden. Der Dr. **Austin** hatte sein kohlenhaltiges Wasserstoffgas lange über Wasser stehen lassen; und schon **Riggins** und **Priestley** haben bemerkt, daß es dann beym Abbrennen sehr viel mehr Stickluft, als frisch bereitet, übrig läßt.

Kometen. (Zus. zur S. 154. Th. III.) Ueber die Natur der Kometenschweife, welche sich manchmahl durch 70, 90, ja 100 Grade des Himmels hindurch erstrecken, sind von jeher die Physiker verschiedener Meinung gewesen. Indessen glaubten alle, daß die Schweife Theile wären, welche zu den Kometen selbst gehörten. Herrn **Rüdiger** *) zu Wettin schien aber dieß ganz unbegreiflich, und sucht vielmehr die Entstehung der Schweife als ein bloßes Phänomen unserer Erdatmosphäre zu erklären. Auf diesen Gedanken ward er durch folgenden Versuch geleitet. Er hing in der Mitte einer gläsernen mit Wasser gefüllten Kugel einen undurchsichtigen rund geformten Körper auf; nachher befestigte er an einem aufgehangenen Faßreif eine Anzahl brennender Lichter, so daß ihre Flammen einen Kreis bildeten, und gleichsam die Sonne vorstellten, welche freylich an Größe dem Körper des Kometen bey weiten übertrifft. Hing er nun die gläserne Kugel mit

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. II. S. 99.

mit dem undurchsichtigen runden Körper nahe vor dem leuchtenden Kreis auf, so zeigte sich, an der benachbarten weissen Wand, vermittelst der Brechung der Lichtstrahlen, ein hell erleuchtender Streifen in der Form eines Kometenschweifs.

Hierdurch, glaubt er, ließen sich viele sonst sonderbare und unbegreifliche Erscheinungen der Kometen enträthseln. Wir dürfen nicht mehr bey Berechnung der Größe ihrer Schweife und bey der Bemerkung, daß man demnach auch die kleinsten Sterne durch dieselben durchsehen könne, in Schwindel gerathen. Es würde uns hierbey einleuchtend seyn müssen, warum sich die Kometen so oft gänzlich ohne Schweif darstellen, und wie dieß immer der Fall seyn müsse, wenn wir sie in einer beträchtlichen Entfernung von der Sonne erblicken. Es müßte sich der Schweif des Kometen nach dieser Vorstellung jedes Mahl nothwendig in der Richtung zeigen, daß er sich von der Sonne hinwegkehrte. Es wäre hierbey sehr leicht erklärbar, warum die Schweife der Kometen, bey ihrer Annäherung an die Sonne, sich sehr vergrößern müßten, indem offenbar durch die große Erhitzung ihrer Körper auch ihre Atmosphären überaus zunehmen müßten. In dieser Rücksicht wäre es kein Wunder, wenn der Komet bey großer Annäherung an die Sonne in seinem Ansehen sich gänzlich veränderte, und durch die ihn umgebenden Nebel verhüllt und verschleyert, sich so zeigte, als wenn er gänzlich verunstaltet wäre. Es wäre ferner einzusehen, warum die Schweife der Kometen in der gewölbten Atmosphäre zuweilen gekrümmt erscheinen müßten. Immer müßte sich der Schweif nach Verhältniß der Stellung der Kometen gegen die Erde, in seiner Gestalt, nach einer förmlichen Regelmäßigkeit, wie es die Bewegung der Erde in ihrer Lage und in der Umwälzung um ihre Achse mit sich bringe, umwandeln. Es ließe sich sogar, bey Voraussetzung möglicher Fälle, auch wohl die Ursache dazu auffinden, wie der Fall eintreten könne, daß sich ein solcher Schein durch verschiedene Brechungen auf beyden Seiten der Atmosphäre des Kometen in unserer Erdatmosphäre, die zugleich als ein

Trans-

Transparens und von der Gegenseite her als ein Spiegel wirkte, vervielfältigt darstellen müßte.

Hierbey sey aber noch die Frage zu beantworten, warum nicht auch die Planeten, und vorzüglich der Mond, gleich den Kometen, Schweife bey sich führen? Herr **Rüdiger** antwortet darauf: Was die obern Planeten; Mars, Jupiter, Saturn und Uranus betrifft, so kämen diese gar nicht zwischen unsere Erde und die Sonne, und wären also schlechterdings von allem Verdachte frey, uns je ein so drohendes Schauspiel zeigen zu können. Nach allen bisherigen Untersuchungen der Astronomen habe der Mond keine solche Atmosphäre, wie wir den Kometen zuschreiben müßten. Noch werde er hinzusetzen dürfen, auch Merkur und Venus müßten entweder einen solchen Dunstkreis nicht haben, oder der Schein desselben könne wenigstens die Erdatmosphäre nicht erreichen.

Von der Atmosphäre der Erde ließe es sich dagegen erwarten, daß sie durch Brechung des Sonnenlichtes in ihrer entgegengesetzten Hälfte einen Schein bewirken müßte, der dem Schweife der Kometen nicht unähnlich seyn könnte. Und so verhielte es sich auch in der That! Schon seit 1683., da **Cassini** zuerst darauf aufmerksam machte, habe man dieß so genannte Thierkreislicht oder den Zodiakalschein beobachtet. Man sehe in der Zeit, wenn die Dämmerung am kürzesten wäre, im Frühjahre und im Herbste, des Morgens vor Sonnenaufgang westlich, und des Abends nach Sonnenuntergang östlich, einen halben Schein in Gestalt eines zugespitzten Streifens, bey welchem wir das Andenken an den Kometenschweif wohl nicht übersehen könnten. Herr von **Mairan** setze die Abwandlungen dieser Erscheinung sehr sinnreich und treffend aus einander. Er nehme dabey die schwärmerische Hypothese von einer so ungeheuren Atmosphäre der Sonne an, daß sich die Erde selbst abwechselnd in dieselbe eintauchen müsse. Wir könnten ihm aber glücklicher Weise diese Voraussetzung allein überlassen, und kämen dennoch mit ihm, nur weit leichter und ungekünstelter, zu gleichem Ziele, indem wir

wir an deren Stelle die Brechung des Sonnenlichtes in unserm Dunstkreise dafür annähmen.

Selbst die Erscheinungen des Nordlichtes, des Südlichtes, der Nebensonnen auch Nebenmonde hätten wenigstens wohl dieß mit einander gemein, daß man sie nicht bloß aus der Stellung und der Zusammenkunft einzelner Wolken, wie etwa der Regenbogen und Blitz, hinlänglich und allein erklären könne. Es sey wohl nicht zu läugnen, daß diese Phänomene, welche nach Verhältniß der Zeitperioden und der Lage der Länder und Oerter oft oder selten vorzukommen schienen, keines Weges mit der Witterung in bestimmter Verbindung stünden. Man sehe sie sehr oft zu gleicher Zeit auf einem zu großen Theile der Erdfläche, als daß sie allein von den Wolken abhängig seyn könnten. Unstreitig möchte die Stellung unserer Erde gegen die Sonne, die Brechung des Lichtes in der Atmosphäre, und die Zurückstrahlung desselben von dem Spiegel des Meeres dazu mitwirken. Es ließe sich hierbey fragen, ob die Erscheinung der Wolken dabey, und die Veränderungen in Rücksicht der Elektricität und des Magnetismus, die man beobachtet haben wolle, mitwirkende Ursachen, oder nur solche Erscheinungen seyn möchten, die mit den Phänomenen von gleichmäßigen Ursachen abzuleiten wären. Herr Dr. **von Mairan** lasse auch hier seine Sonnenatmosphäre, so wie **Euler** den Stoff des Sonnenlichtes wirksam seyn. Es sey ein eigenes Zusammentreffen so ganz verschiedener Erscheinungsarten, wenn wir demnach mit ihnen auch hier Analogien der Kometenschweife auffänden.

L.

Laugensalze. (Zus. z. S. 230. Th III.) Nach **Guyton's** Versuchen soll das bisher als unzerlegt angenommene Kali aus Kalkerde und Wasserstoff bestehen.

Leiter der Elektricität. (Zus. z. S. 246. Th. III.) Daß Wasser ein Leiter der Elektricität ist, war längst bekannt; indessen gibt es doch Fälle, wo die Feuchtigkeit der Elektricität

cität wenigstens nicht gut zu leiten scheint, daß mithin Wasser auch unter die Halbleiter gerechnet werden könnte. Um nun hierüber nähere Aufschlüsse zu erhalten, unternahm es Herr Heller in Fulda *), Versuche über das Leitungsvermögen des Wassers anzustellen. Wenn man eine geladene Flasche auf die gewöhnliche Art entladet, so sieht man einen weißen, lebhaft knisternden und großen Funken. Setzt man aber eine geladene Flasche auf das Ende eines naßgemachten Streifen von Seihepapier oder Leinwand, und den untersten Knopf des gewöhnlichen Ausladers an das andere Ende, und entladet sie: so sieht man alsdann einen rothen, dumpfen und kleinern Funken. Stellt man diese Versuche hinter einander mit einer Batterie an, so ist der Unterschied sehr auffallend.

Heller füllte eine metallene Schüssel bis auf ein Drittel mit Wasser, und isolirte sie auf einem Isolirschemel. Dann wurden vier Streifen Seihepapier in das Wasser gelegt ein Ende darin gelassen, das übrige über den Rand der Schüssel auf das Schemelchen herüber gezogen und neben einander ausgebreitet; doch so, daß kein Streifen den andern berührte. Auf drey dieser Streifen setzte er Elektroskope Nun stellte er eine inwendig positiv geladene Flasche in das Wasser der Schüssel auf die Streifen, isolirte sich, stellte den untern Ausladeknopf auf den vierten Streifen, und entlud. Der Funke war roth und dumpf, die Flasche beynahe entladen, und die Fäden der Elektroskope divergirten alle, und zwar mit − E. Dieß war folglich aus der äußern Belegung frey geworden.

Als er bey der Wiederherstellung dieses Versuchs einen Finger seiner linken Hand in das Wasser der Schüssel steckte, bekam er bey der Entladung einen derben Schlag.

Aus vielen Streifen nassen Seihepapiers setzte er auf einem nicht isolirten Tisch eine 4 Fuß lange Kette oder Linie zusammen, stellte an das eine Ende derselben die geladene Flasche, und ein Paar Zoll davon den untern Ausladeknopf, auf das andere Ende der Linie aber einen Finger seiner linken Hand,

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. VI. S. 49 ff.

Hand, so daß er demnach sehr viel weiter von der Flasche entfernt war, als der Auslader. Ohne sich isolirt zu haben, entlud er und fühlte einen Stich in seinem Finger. Selbst eine zweyte Person fühlte diesen Stich, wenn er entlud. Das E entgoß sich also durch die ganze Linie.

Heller ließ die Flasche alle Mahl auf dem einen Ende dieser Linie stehen, nahm aber die Entfernung des untern Ausladeknopfs von dem andern Ende, nach der Flasche hin, nach und nach immer kleiner. Die Farbe der Funken ging von Roth allmählich in Röthlich, Röthlichweiß, in Abstuffungen, die er nicht beschreiben konnte, über, und zu gleicher Zeit nahmen die Länge und der Ton der Funken stuffenweise zu.

In ein Becken von Fayence goß er so viel Wasser, als es fassen konnte, stellte an den ersten Rand desselben die Flasche, an den Leiter unter Wasser den Ausladeknopf und entlud. Der Funke war weiß, größer und knallend. Wenn aber das Wasser auf die Höhe von einigen Linien vermindert wurde, so gab es hier wieder die vorbenannten Gradationen in der Farbe.

Die Flasche wurde auf eine Stange von Eisen, von etwa 4 Fuß Länge gestellt, und an das andere Ende eine Metallkette aufgelegt; mit einem Extreme derselben entlud er. Der Funke war weiß, groß und knallend. Auch fühlte er hier keinen Stich.

Um endlich alle Fälle beysammen zu haben, wurde die Flasche erst auf eine Tafel von Glas, dann auf einen Harzkuchen, d. i. auf Nichtleiter, und der untere Ausladeknopf in einer gewissen Entfernung von der äußern Belegung, gestellt. Der Funke, oder vielmehr die kurz auf einander folgenden Fünkchen waren einzeln röthlich, röthlichweiß, klein, dumpf, und die Flasche schlecht entladen.

Aus der Vergleichung dieser Versuche ergab sich, daß das Wasser, in einer gehörigen Menge angewandt, zu den Leitern gehöre, jedoch nach den Metallen den zweyten Platz einnehme; von andern Körpern aber eingesogen, oder in zu

kleiner Menge genommen, sich der Klasse unvollkommener Leiter nähere. Beccaria erklärte das Wasser im zweyten Falle für einen Nichtleiter, aber nach Heller's Versuchen mit Unrecht; denn es wurde damit die Flasche entladen, und obgleich noch ein Rest war, so war er doch auch nur geringe; auf der andern Seite gehe man aber auch wieder zu weit, wenn man das Wasser schlechthin unter die besten Leiter rechne, und es den Metallen gleich setze. Eben so finde er, daß sehr dichte Kohle ein so guter Leiter als Metall, lockere, sehr einsame Kohle aber das bey weiten nicht ist.

Was ihn aber bey diesen Versuchen am meisten anzog, war das Verhältniß, in welchem Farbe, Größe und Ton des Ausladefunkens gegen einander standen. War er ganz weiß, so war er zugleich verhältnißmäßig groß und knallend; war er roth, so war er kleiner und dumpf. Im ersten Falle war er nicht vollkommen, im zweyten mit unvollkommenen Leitern in Verbindung; und wenn dieser zweyte Fall eintrat, so wurde an der äußern Belegung Elektricität frey.

Herr Heller erklärt sich die Sache so: wenn der obere Ausladeknopf dem Drahte der Flasche nahe genug gebracht wurde, daß ein Theil von + E überspringen konnte: so wurde auch ein Theil von — E, wie unter ähnlichen Umständen alle Zeit, an der äußern Belegung frey; beyde konnten sich aber nicht mit voller Freyheit vereinigen, weil ein unvollkommener Leiter, das Wasser, zwischen ihnen war; das noch übrige freye — E ergoß sich also nach allen Seiten.

Man könne folglich alle Mahl schließen, daß, so oft der elektrische Funken weiß sey, die beyden Elektricitäten sich mit voller Freyheit vereinigt hätten, nicht aber, wenn er roth erscheine. Die Unterschiede im Tone und in der Länge schienen auf das nämliche hinzuweisen. Da ferner keine von beyden Elektricitäten an und für sich leuchte, so könne man das Licht bey allen elektrischen Erscheinungen als eine Anzeige, als einen Beweis ansehen, daß die zwey Elektricitäten im vorliegenden Falle nicht nur vorhanden gewesen, sondern sich auch, mehr oder weniger, innig vereinigt hätten.

Es

Es habe daher auch nur alsdann ein Blitz Statt, wenn die beyden entgegengesetzten Elektricitäten sich in der Atmosphäre vollkommen vereinigen könnten. Der Regel nach sehe man ihn in den losbrechenden Gewitterwolken des Sommers; und in der That sehe er alsdann, wenn er durch die Blitzstange von Kugel zu Kugel überspringe, die Fäden des daran befestigten Elektroskops in einem Nu niederfallen. Keine der beyden Elektricitäten sey für jetzt und für einen gewissen Raum der Atmosphäre, z. B. hier um die Stange herum, mehr frey, ihre Vereinigung sey geschehen. Aber die Fäden hoben sich manchmahl nachher wieder, dann zeige aber auch der Einleiter der Maschine immer nur eine von den beyden Elektricitäten; entstehe wieder ein Blitz, und fahre er durch: so fielen sie wieder, und dieses so oft, als ein Blitz aus der Atmosphäre wirklich durchgehe. Zur Zeit dieser Donnerwetter sey die Pause zwischen einem eingefallenen Blitze und dem neuen Steigen der Fäden oft sehr lang, so lang als die Zwischenzeit von Blitz zu Blitz sey.

Im Frühjahre verhalte sich's, in Betreff der Fäden, anders, wenn nicht gerade außer der Regel ein Donnerwetter da sey. Wenn sie im Sommer selten divergirten, und bis sie wieder divergirten, lange Pausen hielten: so thäten sie es in dem Frühlingsregen sehr oft und auf lange Zeit. Folglich sey da der Fall, wo nur eine Elektricität in der Atmosphäre um die Stange herum sey, weit öfter und dauernder als im Sommer. Ja er nehme alsdann während des Regens oft + E und − E abwechselnd wahr, in Pausen, die bey weiten kleiner sind, als im Sommer. Was fehle hier nun, frägt er, daß sie sich nicht zu einem Blitz zusammensetzen? Und doch sey es alsdann in seiner Gewalt, ihn augenblicklich an der Maschine darzustellen, indem er die Bedingung setze, unter welcher er einzig entstehen könne. Wenn er nämlich das an dem Einleiter befestigte Elektroskop divergiren sahe, und die Kugel des Ableiters nahe genug heranrücke, daß aus dem Erdboden des entgegengesetzten E häufig genug herzuströmen könne: so entstehe alle Mahl Blitz zwischen den beyden

 Kugeln,

Kugeln, wenn in der Atmosphäre nicht eine Spur davon zu sehen sey. Halte er aber dagegen die Kugel des Ableiters von der Kugel des Einleiters, nach Maßgabe der Menge des in dem Einleiter herrschenden E, hinlänglich entfernt: so entstehe kein Blitz, sondern dieß eine E daure fort, indem er die Bedingung entferne, unter welcher Blitz entstehen könne.

Leiter des Galvanismus. (N. A.) Darunter versteht man solche Stoffe, welche die galvanische Elektricität leicht und ohne großen Widerstand durch sich hindurch lassen und fortführen. Die Leitungsfähigkeit der verschiedenen Körper für den Galvanismus ist eben so verschieden gefunden worden, wie die für die Elektricität. Uebrigens sind aber die Versuchansteller noch nicht einig, welche Körper den Galvanismus am besten, welche ihn weniger, und welche ihn am schlechtesten leiten.

Der Herr **von Arnim** *) theilt die Leiter in **Leiter der ersten** und **Leiter der zweyten Art** ein. Alle Leiter zweyter Art sind nach ihm um so schlechtere Leiter, je mehr Anziehung sie zum Sauerstoffe haben, je weniger sie davon enthalten. Oehle, Weingeist, Naphthen sind die schlechtern, Wasser ein besserer, Säuren die besten Leiter dieser Art. Verglichen wir ihre Leitungsfähigkeit für Elektricität, so verhält sie sich ganz eben so nicht nur für Gasarten, sondern auch für Oehle und Säuren.

Ganz entgegengesetzt bewiesen sich ihm aber die Leiter der ersten Klasse in ihrer Folge auf einander. Zu dieser Untersuchung ließ er sich aus allen Metallen, die er überhaupt und so gebildet erhalten konnte, krumme gebogene Stücken von einer Linie im Durchmesser gießen, und verband dadurch das Wasser in zwey Gläsern, in welches die goldenen Polardrähte hingen. Bey allen erfolgte die vierfache Gasentwickelung. Er hatte bemerkt, daß bey starker Wirkung der Batterien durch mehrere solche Verbindungen zugleich die Gasentwickelung erfolgen müsse. Sogar durch mehrere Reihen von Gläsern,

*) Philosophic. Transact. 1800. P. I. p. 161 sqq.

Gläsern, einerley, ob die Drahtverbindungen von einer Art oder verschieden, lasse sich die Gasentwickelung, wenn gleich durch jede Verdoppelung geschwächt, doch ununterbrochen fortsetzen. Sey hingegen die Wirkung schwächer, so erfolge sie nur durch den stärkern Leiter. Völlig bestimmt erwies sich hier folgende Reihe, mit Ausnahme des Quecksilbers und der Verbindung des Zinks und Braunsteins. Jenes schien in manchen Combinationen stärker, in manchen schwächer zu seyn, als nach dem ihm hier gegebenen Platze. Der Braunstein konnte nur durch Aneinanderlegen zweyer Stücke geprüft werden. Uebrigens hat er alle Combinationen geprüft. In der folgenden Reihe fängt er mit dem schwächsten Leiter an, und endiget mit dem stärksten: Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Messing, Zinn, Bley, Eisen, Magnet, Braunstein und Zink. Betrachtet er diese Reihe genauer, so schien sie ihm mit dem Sauerstoffe völlig übereinstimmend. Daraus folgert er das Gesetz, daß die Leitungsfähigkeit der Leiter erster Klasse im geraden Verhältnisse, dagegen die Leitungsfähigkeit der zweyten Klasse im verkehrten Verhältnisse ihrer Anziehung zum Sauerstoffe stehe.

Humphry Davy *) bemerkt, daß nach der Schnelligkeit zu urtheilen, mit der sich die Gasarten in der galvanischen Batterie entwickelten, liquides Kali ein besserer Leiter des Galvanismus, als Wasser; dieses ein besserer Leiter als flüssiges Ammoniak ist, und die schlechtesten Leiter unter diesen Stoffen die drey mineralischen Säuren sind.

Schon Volta hatte bey seinen frühern Versuchen über die so genannte thierische Elektricität entdeckt, daß gut gebrannte Kohle ein Leiter für den Galvanismus sey. Davy fand, daß sie mit den Enden der Batterie in Verbindung gesetzt, gerade so wie die Metalle, Schläge und Funken bewirkt (besonders lebhaft ist der Funke, wenn die Kohle heiß ist), und daß vollkommen gute Kohlen, die in der Kette der Voltaischen Säule mit Wasser oder wässerigen Auflösungen

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. VIII. S. 277 f.

gen in Verbindung gesetzt werden, auf diese eine ähnliche Wirkung, als die Metalle, doch unter einigen besondern Erscheinungen äußern.

Einige, besonders der Herr von Humboldt, hatten aus mancherley Versuchen geschlossen, daß die Flamme, die trocknen Knochen und der luftleere Raum die galvanischen Wirkungen isoliren sollen, während sie die elektrischen vollkommen leiten. Aus diesem Umstande zogen sie die nicht unwichtige Folge, daß der Galvanismus von der Elektricität verschieden seyn müsse. Herr Ermann *) unternahm es aber, diesen wichtigen Gegenstand von neuen genauer zu untersuchen, und das Resultat seiner Untersuchung war dieß, daß die galvanische Wirkung nicht mehr und nicht weniger, als die elektrische, durch die Flamme, die Knochen und den luftleeren Raum geleitet wird.

Herr Ermann fand, daß die Flamme die Elektricität der Säule ganz bestimmt leite, da man durch ihre Dazwischenkunft die Pole laden und entladen, und dem Elektrometer eine äußerst starke Divergenz beybringen und auch nehmen kann. Indeß finden sich gewisse Eigenthümlichkeiten der Leitungsart der Flamme, die wichtig sind, da der ganze Ladungsmechanismus der Säule auf der Leitungsart der feuchten Leiter beruht, den wir nur durch sorgfältige Vergleichung mit der Leitungsart der andern Halbleiter der Elektricität genau erkennen können. Es gehört nämlich die Flamme unter die Halbleiter, und wirkt hier nicht so vollkommen als die Metalle. Denn wenn man den einen Pol durch einen Draht mit dem Elektrometer verbindet, und bringt an den Draht die unisolirte Flamme an: so wird die natürliche Divergenz des Elektrometers ganz aufgehoben. Bewegt man diese Divergenz durch augenblicklich vorübergehende Berührung des entgegengesetzten Pols auf ihr zweytes Maximum, so wird auch dieses durch die Einwirkung der Flamme ganz aufgehoben. Bleibt aber die Ableitung dem entgegengesetzten Pole continuirlich angebracht, so erleidet die Divergenz am

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. XI. S. 148 ff.

am + Pole nicht die mindeste Verminderung; nur am — Pole scheint manchmahl eine ganz unbeträchtliche Verminderung der Divergenz Statt zu finden, viel öfter aber verhält sich der — gerade wie der + Pol.

Wie ganz anders werde aber hier ein vollkommener Leiter wirken: So bald ein solcher an dem mit dem Elektrometer verbundenen Pole angebracht ist, wird jede Beybringung der Divergenz durch ableitende Berührung des entgegengesetzten Pols völlig unmöglich.

Wenn nun aber die Flamme als ein ziemlich guter Leiter für die Elektricität der Säule wirke, so entsteht die Frage: warum sie in einer andern Rücksicht die Wirkung des galvanischen Processes hemme? Denn es ist Thatsache, daß die Flamme als Glied in der von Pol zu Pol zu schließenden Kette die Wasserzersetzung nicht gestattet, und die Contraktionen der Muskelfaser nicht gewähre. Herr **Ermann** sucht dieses Räthsel dadurch zu lösen, daß er die bekannte Thatsache voraussetzt, die Flamme sammle und zerstreue E; daher lade sie, an jedem Pole einzeln angebracht, den entgegengesetzten Pol. Sie zerstreue aber viel besser und leichter, als sie sammle; daher lade sie bloß den — Pol, wenn beyde in einer gemeinschaftlichen Flamme wirken.

Was die Ladungsfähigkeit der trockenen Knochen betrifft, so behauptet der Herr **von Humboldt**, daß sie sogar die Elektricität besser als die Metalle leiteten, die galvanische Wirkung aber ganz vollkommen isolirten. Allein Herr **Ermann** versichert, die Thatsachen, worauf sich die Meinung gründe, sorgfältig wiederhohlt und ungegründet gefunden zu haben. Nach seinen Versuchen blieben die Knochen so wohl für die Elektricität, als auch für den Galvanismus sehr langsame und unvollkommene Leiter.

Endlich soll die Leitungsfähigkeit des luftleeren Raums für die gewöhnliche Elektricität vollkommen, und für die Elektricität der Säule Null seyn. Herr **Ermann** bemerkt aber, es sey auffallend, daß man noch immer dem leeren Raum die Leitungsfähigkeit so allgemein und unbedingt zuschreibe,

da doch eine mit gut getrocknetem Quecksilber angefüllte Röhre in ihrem torricellischen leeren Raume die Elektricität nur leuchtend durchströmen lasse. Dieser, mit Lichterscheinung begleitete Uebergang beweise doch schon, daß die elektrische Flüssigkeit sich nicht in der leitenden Continuität des luftleeren Raumes verbreite; denn die chemische Zersetzung, wovon die leuchtende Erscheinung abhange, finde nur Statt, wenn die elektrische Thätigkeit von einem Leiter zum andern im freyen Zustande überspringe. Es wäre also zu vermuthen, daß die Leitung des so genannten luftleeren Raumes nur von der Gegenwart irgend einer in diesem Raume vertheilten Substanz, und vermuthlich des Wasserdampfs, abhange.

Der eigentliche luftleere Raum leite die elektrischen Wirkungen nicht im Mindesten, und der unvollkommene scheine es nur in so fern zu thun, als er Wasserdampf enthalte, dem sich die angehäufte Elektricität frey mittheilen könne.

Da nun die Elektricität der Säule so wenig Expansibilität zu haben scheine, daß man sogar geneigt sey, ihr jede Aktion durch die umgebende Luft rund abzusprechen: so wäre es wohl kein Wunder, wenn die Säule keine elektrischen Wirkungen durch Fortleitung des mit feuchter Luft verdünnten Raumes zeigte.

Seine mit Sorgfalt angestellten Versuche bewiesen ihm, daß die gewöhnliche Elektricität eben so wenig, wie die der Säule, durch den völlig luftleeren Raum geleitet würde.

Ueber dieß fand Herr **Ermann**, daß auch festes trockenes Eis die Leitungsfähigkeit für die Elektricität der Säule eben so vollkommen verliert, als für jede andere Art der Elektricität.

Leuchtende Körper. (Zus. zur S. 252. Th. III.) **Herr Spallanzani** *) hat über die natürlichen Phosphore verschie-

*) Chimico essame degli esperimenti del sign. *Goettling* supra la luce del fosforo di Kunkel osservata nel aria commune, ed in diversi fluidi aeriformi permanenti, nella qual occasione si esaminano altri fosfori pasti dentro ai medesimi fluidi, e si cerca sa la luce solare guasti il gaz ossigeno, del Cittadino Lazoro Spallanzani. In Modena 1796. 8. p. 119 etc. in Gilbert's Annalen; B. I. 1799. S. 38 ff.

verschiedene Beobachtungen in mancherley Gasarten angestellt, welche einer Erwähnung verdienen. Zuerst wählte er Holzstückchen, welche man im Sommer zuweilen des Nachts leuchten sieht, und in einigen Gegenden Italiens fuochi matti nennt. Im August 1795. erhielt er dergleichen zu Modena von einem faulen Kastanienbaume, welches sehr zerreiblich und weißlich von Farbe geworden war. Nachts glich es von weiten einem äußerst matten Feuer. Er theilte selbiges in feine Blättchen und steckte einige davon zuerst in ein bloß mit atmosphärischer Luft gefülltes Eudiometer, um die Wirkung wahrzunehmen. Im Dunkeln leuchtete jedes Blättchen sehr gut; eben so, wenn das Eudiometer voll Wasser war. Statt dessen reines Stickgas angewendet, bemerkte man in 7 Minuten keinen Unterschied; dann aber wurde das Licht immer schwächer, und nach einer halben Stunde verschwand es völlig. Diese langsame Abnahme des Lichtes glich der Flamme einer angezündeten Kerze, die im verschlossenen Raume allmählich verschwindet und kleiner wird. Drey Stunden in diesem Gas gelassen, blieben diese Blättchen fortdaurend dunkel. Hierauf hob man das Eudiometer aus dem Wasser, in welches es gebracht war, und verstattete so der atmosphärischen Luft den Eintritt. In wenigen Minuten erhielten die Blättchen ihr Licht wieder, doch matter als zuvor; ihren ursprünglichen Glanz bekamen sie aber erst völlig, als man das Eudiometer von neuen bloß mit atmosphärischer Luft füllte und die vorige Mischung völlig herausgelassen war.

In dem mit Sauerstoffgas gefüllten Eudiometer ward der Glanz über alle Maßen lebhaft. Neben die leuchtenden Späne legte er hierauf Kunkelschen Phosphor ins Eudiometer. Da dieses bloß atmosphärische Luft enthielt, leuchteten sie sogleich, welches auch beym Phosphor erfolgte. Sein Licht dauerte wie gewöhnlich bis zur Zersetzung der Luft von 20 Gran Sauerstoffgas, während daß die Späne langsam abnehmend bey 16 Gran völlig aufhörten. Nun hob er das Eudiometer aus dem Wasser, worauf die fehlenden 20 Gr.

Sauer-

Sauerstoffgas alsobald durch atmosphärische Luft ersetzt wurden, und sogleich erhielten auch die Späne ihren Glanz wieder.

Das halbfaulende Kastanienholz behielt seinen phosphorischen Charakter nur 2 Tage. Ein dergleichen Stück von der Wurzel einer Buche behielt ihn 3 Tage hindurch. Hieraus erkannte er, daß die Eigenschaft des Leuchtens nur auf eine gewisse Zeit beschränkt sey, die ohne Zweifel von dem Grade der Fäulniß abhängt, worin sich jene ihrer organischen Kraft beraubten Substanzen befanden.

Im Sumpfgas verhielten sich diese beyden Holzarten wie im Stickgas. Hob er das Eudiometer gerade aus dem Wasser und ließ die atmosphärische Luft hineintreten, so erneuerte sich der Glanz nicht, oder geschah dieß, so blieb er äußerst matt. Das Sumpfgas mit Stickgas vermischt blieb leichter als die atmosphärische Luft. Trat es nun unter dem Eudiometer auch in Berührung mit atmosphärischer Luft, so ging diese nur eine geringe oder fast gar keine Mischung damit ein, und daher blieb auch der Phosphor ganz oder größten Theils dunkel. Drehte er aber das Eudiometer herum, statt es gerade aus dem Wasser zu ziehen, so kam das Sumpfgas unten, und wurde jetzt von der schweren atmosphärischen Luft herausgetrieben und verdrängt; daher die Erneuerung des Lichtes.

Im folgenden September darauf hatte er auch Gelegenheit in Venedig mit dem **Tintenwurme** (sepia officinalis) Versuche anzustellen. Lebendig leuchtete er nicht, sondern bloß im wirklichen Zustande der Fäulniß. Er legte ein Stückchen desselben unter das Eudiometer und bemerkte: 1) daß ihr Licht in atmosphärischer Luft und in Seewasser gleich hell war; 2) daß es im Stickgas völlig verschwand; 3) daß der Glanz einiger Maßen zurückkehrte, wenn man dieses Gas mit atmosphärischer Luft vermischte; 4) daß das Licht doppelt so stark im Sauerstoffgas, als in atmosphärischer Luft funkelte.

Hierauf richtete **Spallanzani** seine Aufmerksamkeit auf die **Johanniswürmchen**. Es gibt deren zwey Arten, eine ungeflügelte, die an der Erde fortläuft, die andere beflügelt.

flügelt. Erstere nennt man gewöhnlich luccioloni, letztere lucciole. Im May zeigen sich die kriechenden Johanniswürmchen zuerst Nachts, entweder im Laube oder Rasen, oder unterhalb an Mauren, welche Höhlungen haben, in die sie sich den Tag über verstecken. Ihr Glanz macht sie schon von weiten sichtbar. Dieser Glanz ist nicht wie bey den fliegenden Johanniswürmchen unterbrochen und aussetzend, sondern fortwährend und bleibend, doch nur so lange sie in Freyheit sind. Gefangen besitzen sie die Kunst, diesen Glanz zum Theil oder völlig zu verbergen. Eben so ziehen sie ihn ein, wenn man sich ihnen nähert. Das Licht ist in dem vorletzten Ring des Bauches eingeschlossen, der ins Weiße spielt, da die andern schwarz sind.

Druckt man im Dunkeln den Bauch leicht zwischen Zeigefinger und Daumen, und hält das Hintertheil desselben fest: so vergehen etwa 10 Minuten, in welchen das Insekt völlig dunkel bleibt. Dann wird es plötzlich im vorletzten Ringe, den man auch Nachts deutlich von den übrigen unterscheidet, hell und glänzend mit blaß bläulichem Lichte. Hierauf verdunkelt er sich abermahls, und diese Lichtabwechselungen erfolgen der Zeit nach ganz unregelmäßig. Eben das geschieht, wenn man es irgend worauf laufen läßt, einmahl gefangen zeigt das Thierchen selten ununterbrochen sein voriges Licht. Gleichwohl gibt es Mittel, dieß, obwohl in weit schwächerem Grade, zu bewerkstelligen. Man öffnet nämlich mit der Spitze einer Schere den Ring, von dem das Licht ausfließt, und läßt die darin verschlossene thierische Substanz heraustreten, die ins Weiße spielt, geringe leuchtet, und in diesem Zustande, auch vom Körper getrennt, einige Zeit verharret.

Spallanzani brachte eines der luccioloni, das in atmosphärischer Luft in seiner Hand ununterbrochen geleuchtet hatte, aus dieser Luft unter das Eudiometer aufs Wasser. Es fuhr fort, absatzweise zu glänzen; alle Helligkeit verlor sich aber im Stickgas. Sie wurde durch Ersetzung von atmosphärischer Luft wieder hergestellt, und durch Sauerstoff-

gas

gas verstärkt. Zwey andere Gasarten, kohlensaures und Wasserstoffgas, verlöschten wie Stickgas den Glanz. Hohlte er mit dem Wasser den leuchtenden Antheil des Thieres heraus, so wurde er bey der Berührung von Stickgas, Wasserstoffgas und kohlensaurem Gas, die er einzeln unter das Eudiometer treten ließ, dunkel, und durch das Sauerstoffgas wieder sehr funkelnd. Hierbey ist aber noch zu bemerken, daß diese mephitischen Gasarten, ob sie gleich den Tod der Würmchen nicht plötzlich verursachen, sie doch selbige in einen todtenähnlichen Zustand versetzen, das Sauerstoffgas hingegen macht sie lebhafter als gewöhnlich. Diese entgegengesetzte Wirkung zeigt sich bey mehreren lebenden Geschöpfen. Das Verdunkeln und Erhöhen des Glanzes dieser Geschöpfe ist unmittelbare Wirkung jener Gasarten.

Nach der Meinung einiger Naturforscher sind die luccioloni die Weibchen und die lucciole die Männchen der bekannten Johanniswürmer; diese folgen dem Lichte jener, um sie aufzufinden und sich mit ihnen zu begatten. Sie führen Beyspiele von luccioloni an, die man des Nachts auf der Hand gehalten, und zu denen sich lucciole einfanden, die sich mit ihnen vereinigten. Spallanzani widerstreitet einer begründeten Thatsache nicht, nur wolle er bemerken, daß bey der unendlich zahlreichen Familie der lucciole diese entweder unbefriedigt bleiben, oder daß eine lucciolone unendlich vielen Männchen dienen müsse, wie man es von der Bienenköniginn glaubte.

Der leuchtende Bauch dieses Insekts scheint gegen die andern schwärzlichen Ringe weiß; er macht ein starkes Viertel der lucciole aus, die gewöhnlich 4 Linien lang und eine breit zu seyn pflegt. Wenn man eine mit dem Rücken auf einer Fläche befestigte lucciole mikroskopisch untersucht, so erscheint zwar die ganze Haut glänzend, doch bemerkt man einige vorzüglich helle Punkte, welche auf die Vermuthung führen, daß ungemein feine Löcherchen auf dieser Haut den Durchgang des darunter liegenden Lichtes erleichtern. Dieß bestätiget auch die Erfahrung. Denn wenn man diese leuchtende

tende Haut vom Bauche fein ablöset, und dem Tageslichte aussetzt, so findet man sie ganz mit höchst kleinen Oeffnungen durchbohrt, beynahe wie die Schale eines gegen die Sonne gehaltenen Eyes. Diese Löcherchen sind also eben so viele Durchgänge, die der Luft den Eintritt in den leuchtenden Bauch verstatten. Trotz aller seiner Bemühungen aber gelang es ihm dennoch nicht, die Organe, deren die lucciole sich zum Athmen bediene, oder doch ihre äußern Luftröhren aufzufinden. Wenn er sie hingegen unter Wasser tauchte, und mit einem Federchen darüber hinwegfuhr, um die anhängende atmosphärische Luft wegzubringen: so bemerkte er viele Bläschen, die, wie er deutlich sah, aus ihrem Innern hervorgingen, besonders beym Stechen und Beunruhigen ihres Körpers. Vorzüglich stieg die Luft aus dem gleichfalls unter Wasser sich befindlichen Bauche wie Ströme von Bläschen auf, als ob sie mit Zangenspitzen aus dem Innern gezogen würden. Verdünnt man die weiße und klebrige Substanz; woraus der Bauch besteht, ein wenig mit Wasser, und betrachtet sie durch eine scharfe Linse: so wird man gewahr, daß sie aus einer ungeheuern Menge weißer und halbdurchsichtiger, etwas länglicher Kügelchen von verschiedener Größe und aus einer großen Anzahl unregelmäßiger Theilchen gebildet ist, welche letztere er für ein Gebröckel zerquetschter Kügelchen hielt. Merkwürdig ist es, daß die Kügelchen, welche zu einem Ganzen verbunden leuchten, an Licht abnehmen, so bald als man sie vereinzelt, und es gänzlich verlieren, wenn man sie vollkommen trennt.

Sieht man die Johanniswürmchen im Dunkel der Nacht in der Luft herum schwärmen, so zeigen sie einige Augenblicke einen lebhaften Glanz, während dessen sie in andern ganz unscheinbar sind, und diese Abwechselung von Licht und Finsterniß findet fortwährend Statt. Beobachtet man sie aber in der Nähe, in einem kleinen finstern Zimmer: so entdeckt man, daß ihre Dunkelheit nicht absolut ist, sondern bloß in einem schwächern Lichte besteht, das sich, von ferne gesehen, verliert.

Halten wir also ein Johanniswürmchen in der Hand, so bemerken wir im leuchtenden Bauche eine zitternde Bewegung, die sich bald verstärkt und den Glanz verdoppelt, bald aufhört und ihn beträchtlich schwächt. Die luccioloni senden ihr Licht nach Gefallen aus, nicht so die lucciole; wahr aber ist es, daß die zitternde Bewegung in letztern, und mithin auch das Funkeln des Lichtes aufhört, wenn man sie eine Zeit lang betastet; nichts desto weniger aber bleibt doch eine ziemliche Helligkeit.

Fängt man die lucciole und verwahrt sie frisch in einer Schachtel und andern Behältnissen, so behalten sie nicht allein einiges Licht bis zu ihrem Tode, sondern auch noch nach demselben, so lange der leuchtende Körper im geringsten weich ist.

Selbst aufgetrocknet fängt er nicht selten wieder zu leuchten an, wenn man ihn im Wasser erweicht. Nie aber ist kurz vor dem Tode und nach demselben das Licht von so intensiver Stärke, als wenn die fliegenden Johanniswürmchen in voller Kraft sind.

Einen Unterschied aber macht es, ob das Austrocknen des leuchtenden Bauchs langsam und bey einer gelinden Temperatur, wie zwischen 15 bis 20 Grad oder durch eine jähe Hitze erfolgt, wie wenn man die lucciole der Sonne in einer Temperatur von 35 oder 40 Grad aussetzt; denn im letztern Falle sind wenige Stunden nicht allein hinreichend, den leuchtenden Bauch völlig aufzudörren, sondern ihn auch zum fernern Leuchten unfähig zu machen, selbst wenn man ihm auch durch Wasser die vorige Weichheit wieder gäbe. Dasselbe wirkt bis zu 60 Grade erhitztes Wasser, in welches man die leuchtenden Bäuche wenige Minuten stellt. Man muß also annehmen, daß die zu große Wärme entweder den Zusammenhang unter den kleinsten Grundmassen des leuchtenden Bauches aufhebt, oder sie wenigstens dergestalt desorganisirt, daß sie unfähig werden, Licht hervorzubringen.

Hat die lucciole zu leuchten aufgehört, oder thut es nur schwach, behält aber im leuchtenden Bauche noch einige Weich-

Weichheit: so erneuert oder verdoppelt sich das Licht wieder, wenn man sie leicht mit einer Nadel oder einem andern feinen Körper berührt.

Die meisten dieser erwähnten Phänomene bemerkt man nicht allein am leuchtenden Bauche, so lange er mit dem Körper der lucciola ein Ganzes bildet, sondern auch wenn man ihn davon abreißt. Er fährt alsdann fort zu leuchten, so lange er weich ist; sein Glanz wird vermehrt, wenn man ihn reitzt, und er erhält ihn wieder, wenn er nach dem Austrocknen abermahls erweicht wird. Dasselbe beobachtet man bey den kleinsten Stückchen des leuchtenden Bauches, doch mit dem Unterschiede, daß diese leicht zu leuchten aufhören, da sie schnell trocknen. Nimmt man sich die Mühe, sie immer feucht zu erhalten, so dauert ihr Licht sehr lange.

Diese Versuche wurden bey der Temperatur zwischen 17 und 21° angestellt; es schien ihm aber wichtig, sie in einer kalten Temperatur zu unternehmen, um hierdurch den Ursprung jenes Lichtes zu erfahren. Er nahm seine Zuflucht zur künstlichen Kälte. Er umgab eine Röhre mit Schnee, auf deren Boden einige lebendige Johanniswürmchen lagen, und in diese Röhre befestigte er ein Thermometer, das ihm die abnehmende Temperatur, der er sie aussetzte, anzeigte. Durch die Mündung der Röhre konnte er ihr Leuchten sehen. Von 20° sank das Thermometer bis zum Eispunkte, ohne daß sich das Licht verminderte. Die Würmchen wurden bey dieser Kälte bloß unbeweglich und starr, wie alle Insekten in solchen Umständen. Durch Kochsalz sank das Thermometer bey vermehrter Kälte bis auf 4°, und das Licht blieb sich immer gleich, aber beym 5ten Grade fing es zu verlöschen an, und beym 7ten Grade hatte es sich ganz verloren. Auffallend war es, daß der leuchtende Bauch und der übrige Körper, selbst schon unter der Röhre hervorgenommen noch immer vom Frost erhärtet schienen; auch wurden sie in einer warmen Temperatur schnell wieder in den Zustand ihrer natürlichen Weichheit hergestellt, und erschienen leuchtend, ob sie gleich nicht ins Leben zurückkehrten. Abermahls unter die

die Röhre gebracht verdunkelte sich ihr Licht wieder beym 5ten Grade, und verschwand beym 7ten völlig. Dasselbe ereignete sich bey noch zwey Mahl wiederhohlten Versuchen, wobey der leuchtende Bauch eben so oft wieder verhärtete; und hieraus erhellet, daß eine um 24 Grad geringere Temperatur, als die, worin die Würmchen in der Luft herumfliegen, sie nicht am Leuchten verhinderte, und es läßt sich annehmen, daß eben dieß auch bey einer stärkern Kälte Statt finde, wenn dadurch nicht dem leuchtenden Bauche die Weichheit geraubt wurde, die der Hervorbringung des Lichtes so unentbehrlich ist.

Jetzt brachte nun Spallanzani die Johanniswürmchen in verschiedene Gasarten; bey jedem Versuche insbesondere wurden an 15 Johanniswürmchen in einer Reihe in den horizontalen Arm seines Eudiometers gelegt, so daß ihm die überflüssige Zahl mehr Bequemlichkeit beym Beobachten der Wirkungen verschaffte. Sie wurden zuerst in kohlensaures Gas gebracht, wo es auffallend war, daß sie, so glänzend sie sich vorher zeigten, augenblicklich unscheinbar wurden. $\frac{50}{100}$ dieses Gas füllten das Eudiometer. Er ließ alsobald auch $\frac{50}{100}$ atmosphärische Luft unter dasselbe treten, und im Kurzen veränderte sich das Schauspiel. Das verloschene Licht erhohlte sich zuerst wieder in den Insekten, die vorn an im Arme des Eudiometers lagen; später in den weiter hinauf; und zuletzt in den, die das äußerste Ende einnahmen.

Stickgas und Wasserstoffgas einzeln angewendet wirkten auf das Licht des Johanniswürmchen langsamer als das kohlensaure Gas, indem hier nicht das Licht auf ein Mahl, sondern ganz allmählich verschwand. Es erhohlte sich wieder und hielt sich, obgleich matt, wenn man beyden Gasarten eine Portion atmosphärische Luft beymischte.

Um nun das Verhalten dieser Würmer in Sauerstoffgas mit dem in der atmosphärischen Luft zu vergleichen, gebrauchte Spallanzani zu gleicher Zeit zwey Eudiometer, und bemerkte, daß die Intensität des Lichtes im Sauerstoffgas wenigstens zwey Mahl so stark sey, als in der atmosphäri-

sphärischen Luft. Auch die Dauer der zitternden Bewegung des leuchtenden Bauches war im erstern anhaltender. Auch war er aufmerksam, ob bey diesem starken Lichte eine Veränderung des Sauerstoffgas vorginge, und bemerkte wirklich eine, obgleich geringe, indem das Wasser im Eudiometer um $\frac{3}{4}$ Grad stieg, welches bey atmosphärischer Luft nicht geschah.

Als er die Würmchen in Sauerstoffgas legte, waren sie starr von Kälte und leuchteten dennoch lebhaft. Er wiederhohlte diesen Versuch mit 15 andern halbtodten, wenig glänzenden; der Glanz vermehrte sich, ohne daß jedoch eine merkliche Verminderung des Gas vor sich ging. Nun brachte er 50 Bäuche von eben so vielen munteren lebenden Johanniswürmchen unter ein mit Sauerstoffgas gefülltes Eudiometer. Der ganze horizontale Arm wurde und blieb $\frac{3}{4}$ Stunden lang beträchtlich heller als zuvor: und das Wasser stieg während dieser Zeit bis auf $1\frac{1}{2}$ Grad, welche das Maß des verzehrten Sauerstoffs angaben.

Um das Licht bey einer niedrigen Temperatur im Sauerstoffgas zu beobachten, steckte er durch den Boden einer sauber durchbohrten Röhre den längern Theil der Röhre eines Thermometers, und goß hierauf die Oeffnung mit Siegellack zu, um das Eindringen der äußern Luft abzuhalten. Die Kugel des Thermometers ruhte auf einer innerhalb der Röhre befestigten kleinen hölzernen Unterlage, worauf 15 Johanniswürmchen aufgeleimt waren, damit sie nicht herunterfielen, wenn er beym Hineintreiben des Sauerstoffgas die Röhre mit Wasser füllte. So bald das Gas durch den pneumatischen Apparat hinaufgestiegen war, tauchte er die Mündung der Röhre in ein Gefaß mit Wasser und stellte dieses auf einen Tisch. Nun fing er an, die Röhre mit Schnee zu umgeben, während er an dem obern Theile derselben beobachtete, was sich mit dem Lichte der Johanniswürmchen zutrug. Bis zum 5ten Grade blieb es sehr lebhaft, beym 4ten fing es an schwächer zu werden, und beym Eispunkte verschwand es gänzlich. Statt des Sauerstoffgas atmosphärische Luft in die Röhre gelassen, erfolgte das bereits oben

Erwähnte, so daß das Licht im Sauerstoffgas in einer um 7 Grad weniger kalten Temperatur verschwand, als in atmosphärischer Luft.

Unter Wasser gebracht leuchteten die Johanniswürmchen eben so gut, wie in atmosphärischer Luft.

Herr Spallanzani glaubt aus diesen Beobachtungen eine grosse Aehnlichkeit zwischen den natürlichen Phosphoren und dem Kunkelschen zu finden. Letzterer leuchtet im Sauerstoffgas, weniger in atmosphärischer Luft, und in den mephitischen Gasarten gar nicht, welches Alles auch bey den natürlichen Phosphoren Statt habe. Diese Identität der Wirkungen leite uns daher auch, gleiche Identität der Ursache zu vermuthen. Nun sey es erwiesen, daß das Licht des Kunkelschen Phosphors durch Verbindung des Sauerstoffs der Atmosphäre mit der Substanz des Phosphors erzeugt werde; diese Verbindung aber sey ein wahres Verbrennen; daher müßte man annehmen, daß aus derselben Grundursache auch das Leuchten jeder andern Phosphorarten herstamme.

Durch das Faulen des Holzes, oder richtiger durch die faulende Gährung geriethen Wasserstoff und Kohlenstoff derselben leichter in Berührung mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre, welche Verbindung ein langsames Verbrennen verursache. Nun müßten jene Holzarten leuchten, was sie in der Sphäre der mephitischen Gasarten aus Mangel an Sauerstoff nicht könnten. Eben dieß gelte von einigen Thieren, die zur faulenden Gährung übergehen, wenn die belebende Kraft in ihnen zu wirken aufhöre. Daß aber nicht jedes Holz, nicht jedes faulende Thier phosphorisch werde, rühre vielleicht daher, weil sich nicht aus ihnen zu gleicher Zeit eine so große Menge Wasser- und Sauerstoff entwickele, als erforderlich sey, uns das Leuchten bemerkbar zu machen.

Auf ähnliche Art lasse sich auch das Licht der leuchtenden Würmer erklären. Das Athmen der Thiere sey, chemisch betrachtet, bloß ein langsames Verbrennen in den Lungengefäßen vermittelst des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft, das darin mit dem Kohlen- und Wasserstoffe des Bluts zusammen-

sammentrete. Eben so ausgemacht sey es durch neuere Versuche, daß die Insekten selbst das atmosphärische Sauerstoffgas in sich nehmen, und folglich finde hier eine wahre Verbrennung Statt. Die Respirationsgefäße der Johanniswürmchen, oder die gewöhnlich an den Seiten der Insekten liegenden Luftröhren aufzufinden, sey ihm bey ihnen nicht gelungen. Dennoch habe er gesehen, daß ihr Bauch mit vielen kleinen Löcherchen versehen sey, die der Luft den Eintritt verstatteten, und daß das Innere dieses Bauchs ebenfalls reichlich Luft enthalte. Daher sey es klar, daß die Luft häufig hinein dringe, und folglich erzeuge die Berührung des Sauerstoffs mit den beyden verbrennlichen Substanzen der in den Gefäßen des leuchtenden Bauchs vorhandenen Flüssigkeiten, nämlich mit dem Kohlen- und Wasserstoffe, eine Entzündung, die wegen der Durchsichtigkeit des den Bauch umschließenden Häutchens, von außen her sichtbar werde.

Einen evidenten Beweis dieses Verbrennens oder der Verbindung des atmosphärischen Sauerstoffgas mit den beyden verbrennlichen Substanzen, gebe die merkliche Zersetzung des Sauerstoffs, wenn bloß mit ihm das Eudiometer angefüllt werde, worin die Johanniswürmchen sich befänden.

Vermöge dieser Theorie erkläre man nun auch leicht die übrigen Erscheinungen des Lichtes bey jenen Thierchen.

1) Warum sie im Sauerstoffgas bey einer höhern Temperatur zu leuchten aufhörten, als in atmosphärischer Luft? Dieses Phänomen stimme mit dem des Kunkelschen Phosphors überein, der in Sauerstoffgas meistens erst bey einer Temperatur von 22 Grad zu leuchten anfange, da er dieß in gemeiner Luft bereits beym 6ten Grade thue. Der Grund in beyden Fällen sey derselbe und stütze sich auf die Natur des Sauerstoffgas, dessen Basis, wenn er rein sey, eine milde Temperatur erfordere, um mit dem verbrennlichen Körper zusammen zu treten, im Gegentheil sich aber schon bey einer niedrigern mit Stickgas verbinde.

2) Warum die zitternde Bewegung, so wie jede, so wohl natürliche als künstlich erregte Bewegung überhaupt den Glanz

des leuchtenden Bauches vermehre? Weil alsdann die Flüssigkeiten desselben durch die beschleunigte Bewegung dem atmosphärischen Sauerstoff mehr Kohlen- und Wasserstoff zuführten: auf dieselbe Art, wie bey den vierfüßigen Thieren, den Vögeln und bey uns das Athmen oder das Verbrennen jener beyden Substanzen stärker sey, wenn das Blut durch irgend eine innere oder äußere Bewegung mehr aufgeregt werde.

3) Warum die vom ganzen Körper getrennten leuchtenden Bäuche einige Zeit zu glänzen fortführen? Weil so lange Feuchtigkeiten in ihnen blieben, ihr Wasser- und Kohlenstoff fortdauernd sich mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft verbinde. Endlich

4) warum die Johanniswürmchen im Wasser, wie in der atmosphärischen Luft leuchten? Weil bekannter Maßen das Wasser den Sauerstoff der Atmosphäre einsauge.

Herr Corradori in Prato *) hat Einwürfe gegen Spallanzani's Bemerkungen über das Leuchten des faulen Holzes und der Johanniswürmchen gemacht, welche wohl verdienen angeführt zu werden:

1) Die phosphorescirenden Holzstücke leuchten auch unter Wasser, im Oehle, selbst in der torricellischen Leere, also unter Umständen, die dem Sauerstoffgas gar keinen Zugang verstatten.

2) Warum bemerkte Spallanzani, als er jenes Holz in Glocken mit Lebensluft einschloß, keine Verminderung des Volumens derselben, da er dieses doch bey den Phosphorsubstanzen der Johanniswürmer wahrnahm?

3) Es sey nicht gegründet, was mehrere Naturforscher behaupteten, daß die luccioloni und die lucciole einem Geschlechte zugerechnet werden müßten, da sie Gattungsunterschiede hätten, und daß zwar jene die Weiber diese die Männchen wären. Er könne versichern, den Bauch der lucciolen mit Eyern erfüllt gesehen zu haben, nur seyen dann die leuchtenden

*) Auszug aus dem Briefe Corradori's an Fabroni, in den annales de Chimie. n. 6. n. 7. 1.

tenden Theile des Bauches sehr viel kleiner. Sie verstecken sich dann, aber man finde sie zuweilen in diesem Zustande auf Kräutern und Gesträuchen.

4) Auch die luccioloni und lucciole leuchteten im Oehle. Aus diesem Allen scheine zu folgen, daß weder bey den Hölzern, noch bey den Johanniswürmchen eine langsame Verbrennung, wie Spallanzani meine, vorgehe. Ueberhaupt führten seine Erfahrungen auf Resultate, welche von den seinigen sehr verschieden wären. Vielleicht daß die nicht athembaren Gasarten auf diese phosphorischen Substanzen einen vorübergehenden Eindruck machten, welcher fähig sey, das Ausströmen ihres Lichtes zu verhindern, so wie im Gegentheil das Sauerstoffgas durch eine eigenthümliche Einwirkung dieses Ausströmen vermehre. Warum, fragt er, sollten nicht jene Gasarten einen Einfluß haben können, den wir noch nicht kennten? Sahe er doch die phosphorische Substanz im Weingeiste und Weinessige sogleich ihres Glanzes beraubt werden aber im Oehle, Wasser und in Luft wieder aufleuchten.

5) Die Bemerkung, daß die phosphorische Substanz derselben das Volumen der Lebensluft vermindere, sey nicht entscheidend: wie viele Substanzen veränderten diese nicht durch ihre Ausflüsse und brennten doch nicht, und seyen doch keine Phosphore.

6) Es sey ferner ein beträchtlicher Unterschied zwischen den künstlichen und jedem natürlichen Phosphor; jener leuchte nur bey einer bestimmten Temperatur; dieser bey jeder, so bald sie nur nicht seine Substanz angreife. Dieß beweise wohl, daß das Leuchten bey diesem nicht Wirkung einer Verbrennung sey. Da jede Verbrennung eine mehr oder weniger hohe Temperatur bedürfe.

7) Was die Erklärungsart Spallanzani's über die Verwandlung des Holzes in Phosphore betreffe, indem er annehme, daß der entblößte Wasserstoff und Kohlenstoff den Sauerstoff anziehe: so müsse er sie nach seinen Beobachtungen als unwahrscheinlich verwerfen. Vielmehr sey gewiß, daß die Hölzer, so bald sie zu leuchten anfangen, ihre harzigen

zigen Theile fast ganz verloren hätten, und daß sie daher fast nichts mehr von jenem Grundstoffe, es sey Wasserstoff oder Kohlenstoff, der sie zum Verbrennen geschickt machte, behielten; daß sie daher, wenn man sie in die Flamme werfe, nur sehr schlecht brennten. Er sey dagegen ganz überzeugt, daß sie sich nun eben so viel dem Phosphoresciren näherten, als sie brennbaren Stoff verlieren, und daß davon die Fähigkeit, das Licht zu absorbiren und zurück zu halten, abhänge.

Diese Meinung könnte man ohne Zwang auch auf die Fähigkeit verschiedener Thiere zu leuchten, ausdehnen. Denn da jene leuchtende Substanz derselben weder harziger noch öhliger Natur sey: so könne sie nicht viel Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten, also auch nicht sehr verbrennlich seyn.

8) Wenn die lucciole wirklich nur darum auch unter dem Wasser leuchteten, weil sie nach Spallanzani's Meinung den Sauerstoff, welchen das Wasser absorbiret habe, dazu gebrauchten: so müsse man natürlich fragen, warum der künstliche Phosphor nicht auch unter Wasser leuchte? Ferner müßte man diese Behauptung auch durch Erfahrung unterstützen, z. B. daß die phosphorische Substanz der lucciole wirklich im Wasser Sauerstoffgas absorbire, und daß sie in dem Wasser, das kein Sauerstoffgas enthalte, auch nicht leuchten könne.

Nach des Herrn Corradori *) Erfahrungen hängt das Leuchten der Johanniswürmer von keiner äußern Ursache, sondern ganz von der Willkür dieses Insektes ab. Während sie frey umherfliegen, ist ihr Leuchten sehr gleichförmig, so bald sie aber eingefangen werden, leuchten sie sehr ungleichförmig, oft gar nicht. Aengstiget man sie, so verbreiten sie ein lebhaftes Licht, und dieß scheint ein Zeichen ihres Zorns zu seyn. Legt man sie auf dem Rücken, so leuchten sie fast ununterbrochen, indem sie sich bemühen, sich umzudrehen. Bey

*) Annali di chimia etc. di *Brugnatelli* in Pavia 1797. Tom. III. in Gilbert's Annalen der Physik; B. I. S. 205.

Bey Tage muß man sie quälen, ehe sie leuchten; und daraus scheine zu folgen, daß der Tag die Zeit ihrer Ruhe sey.

Die Johanniswürmchen leuchteten nach Gefallen an jedem einzelnen Theile ihres Bauches; ein Beweis, daß sie jeden einzelnen Theil dieses Eingeweides unabhängig von den übrigen bewegen könnten. Die Fähigkeit zu leuchten höre nicht durch Einschneiden oder Zerreißen des Bauches auf; denn Corradori trennte einen Theil derselben, der ganz erloschen schien, vom übrigen Körper, und sah ihn bald darauf während einigen Sekunden hell leuchten und dann allmählich verlöschen. Oft sah er solche abgeschnittene Stücke plötzlich funkeln und wieder verlöschen, und bald darauf von neuen leuchten. Diese Erscheinung erkläre er aus einem Ueberbleibsel von Irritabilität, oder aus einem Stimulus, welchen die Luft hervorbringe. Dieß schien ihm um so wahrscheinlicher, da eine mechanische Erregung dieselbe Wirkung hatte.

Ein leichter Druck sey hinreichend, ihm das Vermögen, willkürlich im Leuchten aufzuhören, zu rauben. Corradori vermuthet daher, daß der Mechanismus, durch den sie das Aufhören des Leuchtens bewirken, auf einer eigenen Membran beruhe, in welcher sie die phosphorische Substanz zurückziehen könnten. Eine andere Vermuthung Corradori's ist, daß dieses Leuchten in Zitterungen oder Schwingungen der phosphorischen Masse bestehe, und daß gar kein Ausströmen aus derselben Statt finde, sondern daß Alles im Innern des leuchtenden Bauches vorgehe. Beym höchsten Grade des Leuchtens kann man ohne Schwierigkeit die kleinste Schrift lesen.

Der leuchtende Theil der Insekten erstreckt sich aber nur über die letzten Ringe ihres Bauches. Dort sind zwey Membranen, von welchen die eine den obern, die andere den untern Theil des Bauches bildet, und die mit einander verbunden sind. In diesem Behältnisse befindet sich die leuchtende Masse, die einem Teige gleicht, einen Knoblauchsgeruch, aber wenig Geschmack hat, und bey dem leichtesten Drucke aus

dieser Art von Tasche herausgeht. So ausgedruckt verliert sie in wenig Stunden ihren Glanz und verwandelt sich in eine weiße trockene Masse.

Taucht man ein Stück des Phosphorbauchs in Oehl, so leuchtet es nur schwach und erlöscht bald. Im Wasser leuchtet es dagegen mit gleicher Stärke, wie in der Luft, und länger.

Corradori schließt aus diesem Leuchten im Oehle, worin sich kein Luftbläschen befindet, so wie in der torricellischen Leere, daß das Leuchten der fliegenden Johanniswürmchen weder die Wirkung einer langsamen Verbrennung, noch, wie Göttling meinte, die Fixirung des Stickgas sey; und daß die Ursache des stärkern Leuchtens dieser Insekten im Sauerstoffgas nicht durch ein lebhafteres Verbrennen in diesem Gas, sondern dadurch veranlaßt werde, daß sich diese Insekten, wie die meisten Thiere, im Sauerstoffgas vorzüglich wohl befinden. Dagegen meint er, daß das Licht, welches diese Insekten zeigten, ihnen eben so angenehm und eigenthümlich sey, wie den andern Thieren die Fähigkeit, in bestimmten Organen das elektrische Fluidum zu sammeln und willkürlich zu verbreiten, und daß sich das Fluidum, welches das Licht bildet, bey ihnen vielleicht in einem verdichteten Zustande befindet. Es ist möglich, sagt er, daß sie durch ihre besondere Organisation die Fähigkeit besitzen, aus ihren Nahrungsmitteln das Licht auszuscheiden und es in dem beschriebenen Behälter zu sammeln. Oder sie dienen vielleicht dazu, aus der atmosphärischen Luft dieses Licht eben so durch einen chemischen Proceß auszuscheiden, wie andere Thiere die Wärme. Das System Göttling's, so wie es Brugnatelli vereinfacht habe, könnte dieser Meinung sehr viel Wahrscheinlichkeit geben.

Endlich zeigt noch Corradori, daß das Leuchten dieses Insektes von seinem Leben unabhängig sey, und mehr von dem nöthigen Grade der Weichheit der phosphorescirenden Substanz abhängt. Das Trocknen derselben endiget das Leuchten, welches sich doch beym Einweichen im Wasser wieder zeigt; ein Umstand, den Reaumure, Beccaria und

Spal-

Spallanzani auch bey den Pholaden und Medusen bemerkt haben.

Taucht man sie abwechselnd in laues und kaltes Wasser, so leuchten sie in jenem lebhaft, in diesem erlöschen sie, welches Corradori aus dem Wohlbefinden im erstern und aus dem Uebelseyn im letzten ableitet.

Ueber das Leuchten des faulen Holzes hat auch der Herr von Humboldt sehr genaue Versuche angestellt. Im kohlensauren Gas, durch Phosphor des Sauerstoffgas beraubt, hörte das Leuchten auf; einige hineingelassene atmosphärische Luft brachte es aber wieder hervor. Im Sauerstoffgas leuchtete das Holz nicht stärker; die Absorption war nicht stark, aber bald bemerkte man Kohlensäure darin. Im reinen Stickgas, so wie im reinen Wasserstoffgas erlosch das Licht schnell; hineingelassene atmosphärische Luft stellte das Leuchten wieder her. Diese Luftarten waren durch Phosphor gereiniget; damit man aber nicht die Schuld dieses Verlöschens der verdampften phosphorischen Säure geben könne, zeigte Herr von Humboldt, daß das Holz in atmosphärischer Luft, die stark damit angeschwängert war, leuchte. Heiße Luft und heißes Wasser vernichten das Leuchten, (zwischen 30 bis 32° Reaum. hört es zu leuchten auf,) im kalten Wasser leuchtet es lange. In alkalischer Auflösung verschwindet der Glanz; im Alkohol in 6 Minuten; in allen Säuren 9 bis 12 Minuten nach dem Eintauchen. Ueberdieß hat Herr von Humboldt noch angeführt, daß das unterirdische Grubenholz nie leuchte; er glaubt dieß der Abwesenheit des Lichtes zuschreiben zu können, und führt ein Beyspiel von einem Bolzen an, dessen oberer Theil nur so weit er dem Lichte ausgesetzt war, leuchtete. Dagegen aber bemerkt der Herr von Arnim, daß er ein Holz, welches fortdaurend dem Lichte ausgesetzt gewesen war, nicht leuchten gesehen habe, und Herr Gärtner, ein sorgfältiger Beobachter dieser Erscheinungen, fordere ausdrücklich Abwesenheit des Lichtes. Nie werde das äußerlich faule Holz leuchten; gemeiniglich müsse man bey den Hölzern ein Stück wohl erhaltenes Holz von dem

dem leuchtenden abreißen, und dieses, durch das umgebende Holz von dem Sauerstoffgas der Atmosphäre gesondert, könne so durch Fäulniß eine Mischung erhalten, in der es ohne vorhergehende Temperaturerhöhung verbrenne.

Da bisher nur sehr wenige Beobachtungen über diejenige Gattung des Lichtes, welches verschiedene Körper von selbst ausströmen, bekannt waren: so unternahm es Herr Nathan Hulme *), diesen wichtigen Gegenstand einer genauern Prüfung zu unterwerfen. Der Ort, wo er seine Versuche anstellte, war ein finsteres Weingewölbe, dessen Wärme das Jahr hindurch abwechselnd zwischen 40 und 54° Fahrenh. war. Die Resultate seiner Versuche gaben ihm Folgendes:

1) Die Menge des Lichtes, welches faulende thierische Körper ausströmen, steht nicht im Verhältnisse mit dem Grade der Fäulniß, wie man gewöhnlich annimmt; sondern je größer die Fäulniß ist, desto weniger ist umgekehrt die Menge des auszuströmenden Lichtes. So leuchteten drey frische, geschuppte und ausgenommene Heringe, welche an einem Faden aufgehangen waren, anfänglich außerordentlich stark. Als sie aber mehr in Fäulniß übergingen, verminderte sich die Menge des Lichtes, und erlosch zuletzt gänzlich. Eben dieß fand auch bey Makrelen und beym thierischen Fleische Statt.

2) Dieß freywillig ausströmende Licht ist ein besonderer Bestandtheil verschiedener Körper, vorzüglich der Seefische, und kann durch einen eigenen Proceß von ihnen getrennt zurückgehalten und für eine Zeit lang bleibend gemacht werden. Es scheint ihrer ganzen Substanz einverleibt, und ein Bestandtheil derselben nach Art aller Bestandtheile zu seyn. 4 Drachmen nach der Quere abgeschnittenes frisches Heringsfleisch wurde in eine weithalsige runde drey Unzen-Flasche gelegt, und darin mit einer Auflösung von zwey Drachmen Epsom- oder Bittersalz in zwey Unzen kaltem Brunnenwassers übergossen. Am zweyten Abend konnte man deutlich einen leuchtenden Ring wahrnehmen, der auf der Oberfläche der

*) *Nicholson's* journal of natural Philos. Vol. IV.

der Flüssigkeit schwamm, indeß der untere Theil derselben dunkel war. Als die Flasche geschüttelt wurde, wurde das Ganze sogleich leuchtend und blieb in diesem Zustande. Am dritten Abend hatte sich das Licht wieder an die Oberfläche erhoben, aber der leuchtende Ring schien weniger lebhaft, und beym Schütteln wurde die Flüssigkeit nicht so hell erleuchtet, bis endlich das Licht ganz erloschen war.

Als ferner ein frischer Hering der Länge nach zerschnitten und beyde Stücke aufgehangen waren, so waren diese in der zweyten Nacht an der Hautseite sehr glänzend, in der dritten Nacht aber war auch der fleischige Theil mit einem reichen Azurlichte dick bedeckt; in der vierten Nacht bis zur sechsten Nacht blieb dieser Theil noch glänzend, und es war zu bewundern, welch eine außerordentliche Menge von Licht von der innern Seite dieses einzelnen Fisches ausströmte.

Herr Hulme bemerkt hierbey, daß das Licht wahrscheinlich der Bestandtheil ist, der nach dem Tode der Seefische zuerst entweicht.

3) Einige Stoffe haben das Vermögen, das freywillige Licht auszulöschen, wenn es mit ihnen in Berührung gesetzt wird. Die leuchtende Materie, die vom Heringe und der Makrele ausgeht, wurde schnell ausgelöscht, wenn man sie mit diesen Substanzen vermischte: 1) Wasser für sich allein; 2) Wasser, das mit ungelöschtem Kalk, oder mit kohlensaurem Gas, oder mit Schwefellebergas angeschwängert war; 3) mit gegohrnen Säften; 4) Spirituosis; 5) mineralischen Säuren; 6) fixen und flüchtigen Laugensalzen aufgelöset im Wasser; 7) Mittelsalzen, nämlich saturirten Auflösungen vom Epsomer Salze, Küchensalze mit Salmiak; 8) mit Aufgüssen von Chamillenblumen, spanischen Pfeffer und Kampher, mit siedend heißen Wasser bereitet, aber erst nach ihrem gänzlichen Erkalten angewandt; 9) mit reinem Honig, wenn er ohne weitern Zusatz gebraucht wurde.

4) Andere Stoffe haben die Kraft, das von selbst entstehende Licht eine Zeit lang daurend zu machen, wenn es mit ihnen in Berührung kommt. Ein Theil des vom Heringe

ringe abgeschabten Lichtes wurde gemischt mit einer Auflösung von 2 Drachmen Epsomer Salze in zwey Unzen kalten Brunnenwasser. Nachdem das Gemische eine Zeit lang durch einander geschüttelt war, wurde die ganze Flüssigkeit ganze 24 Stunden hindurch leuchtend.

5) Wenn das von selbst entstehende Licht durch irgend einen Stoff ausgelöscht ist, so geht es nicht verloren, sondern kann in seinem vorigen Glanze wieder erweckt werden, und das durch die einfachsten Mittel. Es wurde etwas scheinender Stoff von einer Makrele zu einer Auflösung von 7 Drachmen Epsomer Salz in einer Unze Wasser gemischt. Das Licht derselben wurde auf der Stelle erstickt. Als man hierauf zu dieser Auflösung noch 6 Unzen kaltes Brunnenwasser goß, so leuchtete die ganze Flüssigkeit zum Erstaunen aufs schönste.

6) Das von selbst entstehende Licht wird lebhafter gemacht durch Bewegung.

7) Auch ist dieses Licht von keiner merklichen, durch das Thermometer wahrnehmbaren Wärme begleitet.

8) Die Kälte erlöscht das von selbst entstehende Licht für eine gewisse Weile, aber nicht für immer.

9) Eine mäßige Erwärmung erhöhet das Licht, eine starke Hitze hingegen verlöscht es.

Hierauf untersuchte auch Hulme, was für Wirkungen verschiedene Luftarten auf das von selbst ausströmende Licht hervorbringen. Seine Versuche zeigten, daß Körper, wie Heringe, Makrelen und andere, todt das Licht nur aus Stellen, welche eine Zeit lang mit der atmosphärischen Luft in Berührung gewesen sind, ausströmen lassen, und daß ein Luftstrom aus Blasebälgen diese Art von Licht nicht verstärkt, wie das beym Lichte der Fall ist, das sich beym Verbrennen zeigt. Im Sauerstoffgas ward diese Art von Licht nicht merklich lebhafter, als es in atmosphärischer Luft ist; ganz dem entgegen, was mehrere Schriftsteller behaupten. Im Stickgas, welches gewöhnlich das Leuchten der Körper vermindert, war besonders merkwürdig, daß dasjenige, welches

unfähig

unfähig ist, das Licht beym Verbrennen zu unterhalten, dem von selbst entstehenden Fischlichte, wenn dieses auf einen Kork geschmieret ist, so ausnehmend beförderlich ist, und es glänzender und überhaupt länger erhält, dabey doch das Fischfleisch verhindert, leuchtend zu werden, und der Schein des faulen Holzes verlöscht. Was das Wasserstoffgas betrifft, so hindert dieses im Allgemeinen das von selbst entstehende Licht sich zu entwickeln, oder verlöscht es, wenn es im Entbinden ist, ohne daß es jedoch dasselbe unfähig macht, in der atmosphärischen Luft schnell wieder angefacht zu werden, wenn gleich der scheinende Körper eine beträchtliche Zeit lang in Hydrogengas im Zustande der Dunkelheit erhalten worden. Auch das kohlensaure Gas hat die Eigenschaft, das von selbst entstehende Licht zu verlöschen. Doch nur so, daß es an der atmosphärischen Luft sich wieder anfacht. Noch viel schneller, als das Sauerstoffgas, bringt das Schwefelwasserstoffgas das von selbst entstandene Licht zum Verlöschen, so daß das darin erloschene Licht in der atmosphärischen Luft erst später wieder erscheint. Das Salpetergas hindert das von selbst entstehende Licht, sich zu entwickeln, und verlöscht das sich bereits Entbundene schnell. Zugleich macht es, daß das Licht, (das der Johanniswürmchen ausgenommen,) auch in der atmosphärischen Luft sich nicht mehr entbindet. Im luftleeren Raume verlosch das Licht zuletzt gänzlich; als die Luft aber wieder zugelassen wurde, strahlte es sogleich in seinem vorigen Glanze fort.

Licht. (Zus. zur S. 283. Th. III.) Schon mehrere Physiker und Chemiker hatten behauptet, daß die Lichtmaterie eine bloße Modifikation der Wärmematerie sey. Der Bürger Dizé *) sucht dieß aus chemischen Erfahrungen zu erweisen. Er goß auf gebrannten Kalk, welcher vor dem Versuche noch eine Viertelstunde lang in starkem Feuer erhalten war, so daß er roth schien, Wasser, Schwefelsäure, Salpetersäure und concentrirte Essigsäure, und nahm hierbey ein sehr lebhaftes Licht gewahr. Die Säuren wurden dabey gar nicht

*) Journal de physique. Tom. VI. p. 177 sqq.

nicht verändert, erhielten weder Sauerstoff, noch wurde er ihnen geraubt. Hieraus schließt Dizé, daß das Licht, welches man sah, keine andere Ursache haben könne, als das Freywerden des Wärmestoffs.

Auch kaustisches Kali zerstoßen und in ein Glas geschüttet, entwickelte, als Wasser darauf geschüttet wurde, so viel Wärme, daß ein Thermometer von 0 bis 85 Grad stieg, wobey sich ein lebhafter Kalkgeruch verbreitete; mit Schwefelsäure übergossen zeigte es eine weit lebhaftere Hitze und ein sehr lebhaftes Licht. Die Wärme betrug in einigen Versuchen 300° Reaum.

Dizé zog hieraus folgende Beobachtungen: a) Es war hier Wärmestoff mit den Körpern verbunden; als er frey wurde, erzeugte sich Wärme und Licht. b) Dem Lichte ging Wärme vorher, es zeigte sich erst bey 300° Reaum. und wuchs im Verhältniß der Wärme. c) Es schien der verbundene Wärmestoff mit der freyen Wärme einerley zu seyn. Hieraus könne man also schließen, daß das Licht eine Eigenschaft der bis 300° R. angehäuften Wärme sey.

Auch bey solchen Lichtentwickelungen, wo man eine geraume Zeit keine Wärme bemerkte, fand Dizé, daß alle Mahl vor der Entstehung des Lichtes Wärme vorangehe, wie z. B. beym Leuchten des Phosphors und bey den elektrischen Funken.

Aus allen seinen Versuchen schließt er nun, daß Wärmeentwickelung alle Mahl dem Lichte vorhergeht, daß daher das Licht keine eigenthümliche Materie, sondern nur eine Eigenschaft des Wärmestoffs sey, die zwar jedem Molecül (Klümpchen) des freyen Wärmestoffs einzeln zukomme, sich aber nur nach Anhäufung dieser Molecülen bis auf einen bestimmten Grad den Augen zeige.

Obgleich die Erfahrungen des Herrn Dizé an sich schätzbar sind, so scheint doch meiner Meinung nach keines Weges daraus zu folgen, daß die Lichtmaterie eine bloße Modifikation des Wärmestoffs sey. Es läßt sich Alles sehr gut erklären, wenn man Lichtstoff und Wärmestoff als zwey von einander

einander wesentlich verschiedene Materien annimmt. Denn daß gewöhnlich Licht mit Wärme verbunden ist, ist noch gar kein Beweis der Identität des Wärmestoffs mit dem Lichtstoffe.

Herr **Brugnatelli** [a]) unterscheidet drey verschiedene Zustände des Lichtes: 1) chemisch gebundenes Licht; 2) bloß angehäuftes und auf eine mechanische Art eingemischtes, doch unsichtbares Licht; 3) Licht, welches in den Körpern auf eine sichtbare Art angehäuft ist.

Das chemisch gebundene Licht trennt sich von den Körpern nur im Gefolge einer Wahlverwandtschaft. Stickgas, Phosphor, Schwefel u. s. w. enthalten das Licht in diesem Zustande. Aus mehreren Materien entbindet sich das Licht, wenn man sie bis auf einem gewissen Grad erhitzt, wie **Wedgwood** durch Versuche dargethan hat. Streuet man etwas von ihnen in Gestalt eines Pulvers auf eiserne Platten, oder auf Sand und Thon, die bis zum Glühen erhitzt sind: so erscheint jedes einzelne Körnchen wie ein Feuerfunken. **Brugnatelli** hat sich überzeugt, daß es nicht einmahl immer der Annäherung von einem glühenden Körper bedarf, um das Licht solcher Materien, durch ihre Vereinigung mit dem Wärmestoffe, zu entbinden; ein Zeichen, wie er glaubt, daß es nicht die glühenden Platten sind, welche in jenem Falle das Licht, das sich zeigt, hergeben. Manche Materien, besonders solche, die sich bey diesem Grade von Hitze zersetzen, glänzen nicht einmahl, wenn man sie auf glühende Körper fallen läßt, wie z. B. schwefelsaures Kali. — Schwarzer Braunsteinkalk glänzt sehr lebhaft, wenn man ihn auf eine recht heiße, doch nicht glühende Eisenplatte wirft. Eben so salzsaures Quecksilber, grauer Quecksilberkalk, grauer Spießglanzkalk, alle kalkige Salze, Flußspath, Magnesia, schwefelsaures Ammoniak von seinem Krystallisationswasser befreyet, kohlensaures Kali u. s. w. Ferner Zucker und Milchzucker, die recht trocken und zerstoßen sind, glänzen selbst auf

a) Annali di chimica. Tom. XIII. N. 13. Pavia 1792.

auf einem bloß erwärmten Eisen sehr lebhaft, indeß sie auf einem glühenden Eisen gar keinen Schein verbreiten. Federn, Baumwolle, Wolle leuchten, wenn man sie über ein heißes Eisen wegführt, und auch die Augen einer Spielkarte leuchten unter diesen Umständen matt. Kampher und Chokolade auf ein solches Eisen geworfen, bilden leuchtende Dämpfe. — Sublimirter Zinkkalk, halb verglastes Bley, und salzsaures Ammoniak geben dagegen in diesem Falle nicht das mindeste Licht. — Auch mehrere Flüssigkeiten, auf heißes Eisen gegossen, zeigen ähnliche Wirkungen. Terpentinöhl leuchtet unter diesen Umständen merklich. Eben so die fetten Oehle, Schweiß, Wachs, Fett u. dgl. — Weingeist, Aether und die Säuren hingegen geben nicht den mindesten Schein.

Die atmosphärische Luft hat auf diese Erscheinungen nicht den geringsten Einfluß, da sie auf dieselbe Art im luftleeren Raume, im Wasserstoffgas, im kohlensauren Gas u. s. f. erfolgen. Ja, mehrere Materien entbinden sogar ihr Licht, wenn man sie in Schwefelsäure oder in siedendes Oehl taucht. — Bey demselben Wärmegrade entbinden aber verschiedene Materien in allen diesen Fällen eine sehr verschiedene Menge von Luft.

Bey Körpern, die Licht im zweyten Zustande, d. h. ein bloß angehäuftes und auf eine mechanische Art mit ihnen verbundenes, doch unsichtbares Licht, enthalten, bedarf es einer bloßen Annäherung ihrer Theile, um dieses Licht frey zu machen. Auf diese Art wird das Licht gleichsam ausgepreßt aus dem leuchtenden Queckfilber im Barometer, aus dem schwefelsauren Kali und aus andern Salzen, die, im Augenblicke des Krystallisirens geschüttelt, leuchten, aus dem phosphorescirenden Meerwasser, aus dem stark und plötzlich gedruckten Auge, aus dem Zucker, den man zerschlägt, reibt oder zerstößt, und aus Cremor Tartari, Borax u. s. f., indem man sie schlägt. Unter den Mineralien enthält besonders der Quarz vieles Licht in diesem Zustande. Das Leuchten einiger Pflanzen gehört, nach **Brugnatelli's** Meinung, auch zu dieser Klasse von Lichterscheinungen.

Licht im dritten Zustande, d. h. auf eine sichtbare Art angehäuft, findet sich in den so genannten Lichtsaugern, welche die Eigenschaft besitzen, wenn sie dem Lichte ausgesetzt sind, etwas davon zu verschlucken. Die erste Stelle unter diesen Körpern verdient der Diamant, die Blenden und der Karfunkel. Der Lasurstein entbindet, ungeachtet seiner Undurchsichtigkeit und seiner Härte, doch im Dunkeln eine große Menge von Licht, die er am hellen Tage eingesogen hat. Der Bologneser Phosphor, der nichts anders als schwefelsaure Schwererde ist, leuchtet nicht eher, als bis er einige Minuten in der Sonne gestanden hat; eine Eigenschaft, welche **Baudouin** auch an der salpetersauren Kalkerde wahrgenommen hat. Diese und andere Stoffe leuchten im Dunkeln, indem das von ihnen verschluckte Licht wieder ausströmt. **Brugnatelli** sah einen Diamanten leuchten, der bloß dem Scheine einer Kerze war ausgesetzt worden.

Nicht bloß mineralische Stoffe, auch das Fleisch mancher Fische und anderer Thiere, faules Holz u. s. f. leuchten nach der Behauptung dieses Naturforschers, vermittelst des zuvor von ihnen eingesogenen Lichtes. So auch einzelne Theile an verschiedenen lebenden Thieren, z. B. die Augen der Hyäne, der Katze u. s. f., die so stark leuchten, daß sie selbst umliegende Gegenstände erhellen. Endlich sollen, nach **Brugnatelli's** Behauptung, alle so genannte phosphorescirende Thiere bloß durch Licht, welches auf eine sichtbare Art in ihnen angehäuft ist, leuchten.

Luft. (Zus. zur S. 321. Th. III.) Da die Resultate der Herren **Guyton** und **Düvernois** über die Ausdehnungen der Gasarten von den übrigen um ein Beträchtliches verschieden ausfallen, so vermuthete schon Herr Prof. **Schmidt** *) in Gießen, daß bey ihren Versuchen einige Fehler eingeschlichen waren. Dieserwegen unternahm er es, eigene Versuche darüber anzustellen, aus welchen er folgende Resultate zog.

*) Gren's neues Journal der Physik; B. IV. S. 370 ff.

Ausdehnung	von 0° bis 80° Reaum:
der atmosphärischen Luft	= 0,3574 gleichförmig
des Sauerstoffgas	0,3213 gleichförmig
des Wasserstoffgas	0,4400 sehr nahe gleichförmig
des kohlensauren Gas	0,4352 sehr nahe gleichförmig
des Stickgas	0,4787 sehr nahe gleichförmig

Einige Jahre darauf haben auch die Herren Gay-Lüssac [α]) und Joh. Dalton [β]) zu gleicher Zeit Untersuchungen über diesen noch zweifelhaften Gegenstand angestellt, ohne von Herrn Schmidt's Bemühungen etwas gewußt zu haben. Nach des erstern Versuchen dehnt sich eine Luftmenge die bey der Temperatur des schmelzenden Schnees ein Volumen von 100 Theilen einnimmt, bis zur Siedhitze des Wassers erwärmt,

von atmosphärischer Luft	um	37,5
von Wasserstoffgas	—	37,52
von Sauerstoffgas	—	37,49
von Stickgas	—	37,49 Theile aus.

Da diese Unterschiede nur bis auf 2 Zehntausendtheile des anfänglichen Gasvolums steigen, so sind diese nach Gay-Lüssac's Meinung unstreitig bloß zufälligen Umständen zuzuschreiben, und es läßt sich daher hieraus mit Zuverlässigkeit der Satz aufstellen, daß gleiche Volumina dieser vier Gasarten sich bey einer Temperaturerhöhung vom Frost- bis zum Siedpunkte genau gleich viel ausdehnen.

Auch aus den Versuchen mit den übrigen Gasarten glaubte Gay-Lüssac unwidersprechlich folgern zu dürfen, daß überhaupt alle Gasarten sich durch gleiche Grade von Wärme unter übrigens gleichen Umständen verhältnißmäßig ganz gleich expandiren.

Durch Dalton's Versuche wurde derselbe Satz, den Gay-Lüssac aus seinen Versuchen gefolgert hatte, aufs vollkommenste bestätigt. Dalton bemerkt zugleich, daß dieses

α) Annales de chimie; Tom. XLIII. p. 137 sqq.

β) Memoirs of the Litterary and Philosophical society of Manchester. 8. Vol. V. P. II. Lond. 1802. p. 595.

ses Gesetz offenbar beweise, daß die Ausdehnung aller expansibeln Flüssigkeiten, Gasarten so wohl als Dämpfe, lediglich von der Wärme abhange, indeß bey der Ausdehnung fester und tropfbar flüssiger Körper zwey entgegenstrebende Kräfte die der Wärme und der chemischen Verwandtschaft ins Spiel kommen, deren eine bey einerley Temperatur constante, die andere eine variable nach der Natur des Stoffs sich richtende Kraft ist. Daher die Ungleichheit in der Dilatation dieser letztern Körper.

Luftelektricität. (Zus. zur S. 338. Th. III.) Herr Heller in Fulda beobachtete im Jahre 1795. den 18. Februar folgende sehr merkwürdige Luftelektricität. Ein Paar Tage vor dieser Zeit war das Barometer ungewöhnlich hoch. Es herrschte Nord- und Nordostluft, der Himmel war heiter. Am 18. Februar entstand Nachmittags plötzlich ein heftiger Sturm. Hieraus vermuthete Heller, es müsse das Barometer nicht nur tief, sondern auch geschwinde unter die mittlere Barometerhöhe gefallen seyn. Allein er erstaunte, es auf 27″, 7,4‴ zu sehen; es war Ostluft, und der Himmel heiter, bis auf einige kleine lichte Wolken in Osten. Thermometer — 410° Reaum. An der Maschine, die zur Beobachtung der Luftelektricität aufgestellt war, divergirte das daran befestigte Fadenelektrometer, was es konnte. Er schob die Kugeln der Maschine einander näher, und siehe! es schlugen bey dieser Heiterkeit des Himmels Fünkchen über. Die Paar Wolken, die in Osten hingen, stiegen allmählich höher heran, und erweiterten ihren Umfang, so daß nach 4 Uhr der ganze Himmel mit schwarzgrauen Wolken bedeckt war. Auch wurden die Fünkchen gewisser und lebhafter. Endlich wurde die Luftelektricität so stark, daß sie das Glockenspiel nicht nur leuten machte, sondern von Kugel zu Kugel in starken Funken übersprang. Noch um 6 Uhr dauerte dieß Spiel fort. Tages darauf blies der Wind stark, der Himmel war wieder heiter, Barometer 27″, 5,6‴. Selbst mit Beyhülfe des Condensators konnte er nicht eine Spur mehr von Elektricität bemerken.

Lustkreis. (Zus. z. S. 364. Th. III.) Der Bürger Conté, Direktor der zu Meudon errichteten ärostatischen Schule, hat den Gedanken gehabt, den Druck der Atmosphäre durch den Zeitverlauf zu messen, den man beobachten kann, wenn man in Gefäße, worin sich die Luft auf einerley Grad verdünnt befindet, Flüssigkeiten, z. B. Wasser oder Quecksilber, einströmen läßt. Er hat sich hierzu anfänglich eines Gefäßes aus zwey hohlen durch Federn von einander gehaltenen, und genau auf einander passenden Schalen bedient, nachher aber solche Vorrichtungen gewählt, wo sich die Luft im innern Raume durch Ausziehung eines dabey angebrachten Kolbens auf einen gewissen Grad verdünnen ließ. Die Versuche haben ihm für verschiedene Höhen merklich verschiedene Resultate gegeben; auch war das neueste dieser Werkzeuge so eingerichtet, daß man das in den Raum der verdünnten Luft eingedrungene Quecksilber nicht bloß nach dem Zeitmaße, sondern nach dem absoluten Gewichte bestimmen und mit andern Einströmungen vergleichen konnte. Als er einen solchen Versuch an der Wasserfläche der Seine und auf dem Altane des Schlosses zu Meudon anstellte, erhielt er einen Unterschied von 9 Secunden, in der Dauer der beyden Zuflüsse, für eine Veränderung in der Höhe, bey der das Barometer 4 Linien fiel. Bey der Gewichtsbestimmung zeigte sich die Empfindlichkeit dieses Instrumentes so groß, daß, als man es nach der Füllung auf dem Platz der ehemahligen Notre-Dame-Kirche auf den 204 Fuß hohen Thurm derselben trug, 1877 Gran Quecksilber ausflossen, welches für den Fuß ungefähr 9 Gran gibt. Zu bemerken ist, daß die Verschiedenheit der Temperatur sehr viel Einfluß auf dieses Werkzeug hat.

Da es überhaupt noch unausgemacht ist, wie hoch sich der Lustkreis unserer Erde erstrecke, so ist es nicht zu verwundern, daß manche Erscheinungen Veranlassung geben, diesen Gegenstand näher zu prüfen und genauer zu bestimmen. So nahm der Herr Oberamtmann Schröter in Lilienthal am 28. Juni 1795. mit seinem 27füßigen Reflektor von 20 Zoll

Oeffnung

Oeffnung im Ophiuchus in der Gegend der Sterne ν und ζ der Schlange zufällig eine weite Lichterscheinung wahr, welche seiner Vermuthung nach über 1000 Meilen von der Erdfläche entfernt seyn mochte. Da diese Erscheinung wahrscheinlich in der Atmosphäre unserer Erde vorging, so schloß Herr Melanderhjelm *) zu Upsala, daß diese eine ungleich größere Höhe haben müsse, als bisher angenommen ward; selbst Herr Schröter sah sich veranlaßt, so wohl dieser Erscheinung als anderer angeführten Gründe wegen, sie für einige tausend Meilen über der Erdfläche erhaben zu halten.

Herr Melanderhjelm bemerkt, daß sich ein sicherer Schluß über die Höhe unserer Erdatmosphäre aus dem Verdichtungsgesetze der Luft herleiten lasse, nach welchem ihre Dichtigkeit im Verhältnisse mit dem Drucke der darüber stehenden Atmosphäre stehe, und dessen Richtigkeit durch vielfältige Versuche außer Zweifel wäre. Nehme man zugleich an, daß die Centralkraft der Theile der Atmosphäre gegen den Mittelpunkt der Erde unveränderlich sey: so finde man, daß, wenn man zu den ungleichen Höhen der Luftschichten über der sphärischen Oberfläche der Erde als Abscissen, die verhältnißmäßige Dichtigkeit jeder Schicht als senkrechte Ordinaten aufträgt, die dadurch bestimmte Curve logarithmisch sey. Hierbey sey aber zu bemerken, daß diese Versuche nur in solchen Entfernungen von der Erdoberfläche gemacht werden könnten, deren Unterschied in Rücksicht auf die Entfernung vom Mittelpunkte der Erde so geringe sey, daß er für die Versuche selbst unmerklich werde. Sey dagegen die Frage von der Abnahme der Dichtigkeiten der Luft dem Gesetze der Schwere in großen und zunehmenden Entfernungen von der Oberfläche der Erde gemäß: so werde der Unterschied zwischen diesen Dichtigkeiten und denen, welche dem in der Natur wirklich herrschenden Gesetze der Schwere gemäß berechnet seyn, sehr merklich. Dieserwegen hat Melanderhjelm jenes Problem auch dem herrschenden von Newton entdeckten Ge-

*) Königl. Vetenskaps Academiens nya Handlingar I. Quart. Stockh. 1798. von Droysen ins Deutsche übersetzt.

setze der Schwere gemäß aufgelöset, und gefunden, daß, wenn die Dichtigkeiten unserer Atmosphäre vom Mittelpunkte der Erde in geometrischen Verhältnissen abnehmen, die diesem Gesetze gemäß dazu gehörigen Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde in einem harmonischen Verhältnisse zunehmen müssen. Dieser Schluß treffe auch mit dem, was Newton in seinen Princip. L. II. prop. 22. synthetisch erwiesen habe, überein.

Aus dieser Untersuchung folge nun: 1) daß die Atmosphäre unserer Erde unbegränzt sey, und 2) daß ihre Dichtigkeit in einem sehr großen Verhältnisse abnehme. Um dieses Abnehmen bestimmen zu können, müsse man an zwey Orten Versuche anstellen, dicht an der Oberfläche der Erde und in einer von der Oberfläche der Erde gegebenen Entfernung.

Diese beyden Folgen setzen aber die allgemeine Gültigkeit des mariottischen Gesetzes voraus, wogegen sich wohl mehrere Zweifel erheben möchten; daher möchte man wohl mit Recht an der Bestimmtheit der von Melanderhjelm angegebenen unendlichen Höhe des Luftkreises manches auszusetzen finden.

Luftpumpe. (Zus. zur S. 400. Th. III.) James Little *) hat eine neue Einrichtung einer Luftpumpe angegeben, welche in Folgendem bestehet. Sie hat nur einen Cylinder, in welchem ein ganz dichter Kolben vermöge der bekannten Lederbüchse luftdicht bewegt wird. Da der Kolben kein Ventil enthält, und die beyden Deckplatten des Cylinders eben so wenig: so kann das durch Zurückziehen des Kolbens entstandene Vacuum sich hier dem torricellischen am ersten nähern. Der Raum des Cylinders wird vom Glockenraume durch einen Wechselhahn abgeschnitten. Für das Ausschleifen desselben ist durch Verzinnen gesorgt, auch verhüthet eine Mischung aus 2 Theilen gemeinen Harz, 2 Theilen Oehl

*) Voigt's Magazin B. I. St. 4. S. 158. 1799. Vollständig beschrieben aus den Transact. of the Roy. Irish Acad. Dublin. Vol. VI. p. 319 sqq. in Gilbert's Annalen der Physik; B. VI. S. 1 ff.

Oehl und 3 Theilen Unschlitt, daß er nie das Futter berührt, worin er bewegt wird. Statt der sonst gewöhnlichen Schraube wird er mittelst einer starken Feder in dem Futter erhalten. Damit der gewöhnliche schädliche Raum so klein als möglich werde, hat Little die Oeffnung für den Hahn gleich in die Deckplatte des Cylinders gebohrt, so daß die Metalldicke zwischen der Oeffnung für den Hahn und dem innern Raum im Cylinder nur $\frac{1}{8}$ Zoll beträgt. Uebrigens ist noch die Einrichtung getroffen worden, daß die Luft in den beyden kurzen Röhren am Hahne nicht mit der Atmosphäre, sondern mit der Luft unter der Glocke gleiche Dichtigkeit habe. Auf solche Art wird die Luft aus dem Cylinder nicht gleich ins Freye, sondern durch eine krumme Röhre wieder in den Cylinder hinter den Kolben getrieben. Diese Röhre ist 21 Zoll lang und $\frac{1}{10}$ Zoll weit und verbindet ohne Ventile den Raum vor und hinter den Kolben vermöge der durchbohrten Deckplatten des Cylinders. Die Deckplatte, durch welche die Kolbenstange vermöge der Lederbüchse geht, muß dann auch noch ein zweytes Mahl durchbohrt seyn, damit die Luft, welche aus der Glocke erst in den Raum vor den Kolben strömte, und dann durch die krumme Röhre hinter den Kolben getrieben wurde, endlich aus dem Cylinder ins Freye oder in einen Apparat, worin man sie etwa untersuchen will, getrieben werden könne. Diese Oeffnung ist durch ein Ventil geschlossen, welches aus einem kleinen metallenen Hute besteht, der durch sein Gewicht die Oeffnung luftdicht schließt, indem er mit seinem abgeschliffenen Rande in einem Kanale voll Oehl steht. Aus diesem Grunde ist der Cylinder stehend und hat die Lederbüchse mit diesem Ventile oben. Nach dieser Einrichtung kann die Luft in den beyden kurzen Röhren am Hahne nie dichter als die unter der Glocke seyn. Würde Alles ohne Fehler gearbeitet werden können, so müßte nach der Berechnung des Erfinders diese Luftpumpe 176500 Mahl verdünnen.

Noch hat der Herr Prof. Parrot [α]) eine eigene Einrichtung einer Luftpumpe angegeben, an welcher Herr Munke [β]) einige Fehler entdeckte, und dafür andere Vorschläge gab. Beyde sind nämlich bemüht, die Pumpen mit Hähnen, welche allerdings den mit Ventilen vorzuziehen sind, so zu verbessern, daß der so genannte schädliche Raum ganz unbedeutend ist.

M.

Magnet. (Zus. zur S. 425. Th. III.) Der Berghauptmann von Trebra entdeckte am Fuße des nordöstlichen der beyden pyramidalischen Granitfelsen, die Schnarcher genannt, auf dem Harze eine Stelle, wo die Magnetnadel vom magnetischen Meridiane abweicht. Herr Schröder in Wernigerode fand diese Eigenschaft auch an dem andern, höhern Schnarcher, und bestimmte die Polarität des erstern dahin, daß die Nordseite desselben den Nordpol, die Südseite den Südpol der Magnetnadel anzieht. Herr Wächter [γ]) hat neue Beobachtungen an der erstern Stelle angestellt, welche angeführt zu werden verdienen. Als er diese Stelle mit einem sehr empfindlichen Taschencompaß besuchte, fand er, daß das nördliche Ende der Nadel, wenn es an diese Stelle gehalten wurde, etwa 15 bis 18° von seiner Richtung westlich abwich. An andern Stellen stand die Nadel ganz richtig im mathematischen Meridiane. Auf der Spitze des Felsens zeigte sich eine ganz vorzüglich starke Polarität. Diese Spitze wird von drey großen, horizontal auf einander liegenden Granitblöcken, aus welchen die Schnarcher überhaupt zusammengesetzt zu seyn scheinen, gebildet. Wenn man an der östlichen Seite dieser Blöcke steht, und die Nadel gegen sie heranbewegt, so weicht sie schon in einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß westlich von ihrer Richtung ab, und bringt man sie dem mittelsten Blocke ganz nahe, so wird das nördliche Ende der Nadel völlig nach Norden gekehrt. Der

α) Voigt's neues Magazin. B. IV.
β) Ebendas. B. VI.
γ) Aus dem Verkündiger. Nürnberg. 1800. 22. St. S. 169 ff.

Der Granitblock hat hier folglich südliche Polarität. Diese Polarität zeigt sich auch an den andern beyden Granitblöcken aber nicht so stark, wie an dem mittelsten, und an diesem reicht der stärkste Wirkungskreis auch nur etwa $\frac{1}{2}$ Fuß weit. Andere unterhalb diesem liegende Blöcke zeigen gar keine magnetische Eigenschaft.

Aus diesen Beobachtungen folgert **Wächter**, daß der ganze Granitfelsen zu einem ungeheuren Magnet mit Nord- und Südpol geworden sey; der erstere liege westlich am Fuße, der letztere östlich an der Spitze, beyde in einer Diagonale des Felsens. An der nördlichen und südlichen Seite liegen lauter Indifferenzpunkte.

Auch auf den hohen Klippen in der Grafschaft Wernigerode entdeckte Herr **Wächter** Polarität. Als er darauf den ersten Schnarcher noch ein Mahl bestieg, entdeckte er hier noch eine merkwürdige Anomalie in den magnetischen Erscheinungen. Etwa in der Mitte des mittelsten Blocks auf diesem Felsen lag der Südpol, und war bereits in einer Entfernung von 2 Fuß wirksam. Jetzt untersuchte **Wächter** auch die beyden Enden dieses Blocks, und fand, daß sie beyde eine solche starke Polarität zeigten, daß das südliche Ende der Nadel in der Entfernung schon in Bewegung gerieth. An einem und demselben Granitblocke befinden sich also drey Pole, und zwar so, daß der Südpol in der Mitte des Blocks an den beyden Nordpolen am Ende eingeschlossen ist.

Uebrigens bemerkt Herr **Wächter** noch, daß die Oberfläche der Granitblöcke, oder dem eingemischten magnetischen Eisen wohl nicht die Ursache der magnetischen Erscheinungen beygelegt werden könne. Eisenfeile hafte nicht im mindesten auf den stärksten Stellen.

Bisher hatte man unter dem Nahmen der **natürlichen Magnete** eine eigne Art von Eisenerz begriffen, welche zwey magnetische Pole besitzt. Der Bürger **Hauy** *) aber bemerkte mehrere Arten von natürlichen Magneten. Schon im

*) Bulletin des scienc. [illegible] philomatique. à Paris. An. 5. N. 5. p. 34.

im Jahre 1786. machte de Larbre bekannt, daß das Eisenglanz von Valois, Puis-de-Domes und Mont d'Or Polarität zeige. Dasselbe wurde auch an einem oktädrischen Eisenkrystalle aus Schweden, an einem oktädrischen Eisenkrystalle aus Korsika, an Brocken verschiedener Eisenerze aus Franche-Comté und an einem Eisensande von St. Domingo bemerkt; daher mußte es den Physikern auffallend seyn, daß andere Mineralkörper, die doch beträchtliche Mengen regulinisches Eisen enthalten, und so viele Jahrtausende im Schoße der Erde geruht haben, keinen Theil von der Wirkung empfangen zu haben schienen, welche jene magnetisch machte. Nur scheint man bisher Untersuchungen dieser Art etwas vernachlässiget zu haben. Herr Hauy wählte eine kleine Magnetnadel von geringer Stärke, so wie man sie in den kleinen Sonnenuhren findet, und nun wurde, was er in die Hände nahm, zu Magneten. Die Krystalle der Insel Elba, aus Dauphiné, aus Framont und aus Korsika stießen an einer Seite den einen Pol ab, und zogen den entgegengesetzten an, wodurch ihre Polarität überzeugend erwiesen war. Hierauf nahm er statt der Magnetnadel einen magnetischen Stab, wie man sich bisher zu solchen Untersuchungen zu bedienen pflegte, und näherte einem seiner Pole den gleichnahmigen Pol eines Krystalls von der Insel Elba. Der größere Magnet hatte gerade nur so viel Kraft, die Polarität des Krystalls aufzuheben, ohne daß er hier ein Anziehen bewirkte; welches aber erfolgte, da man den Krystall in derselben Lage an den entgegengesetzten Pol des Magnetstabes brachte.

Nur einem Zweifel war noch zu begegnen, ob nämlich nicht jene Krystalle nur vorübergehend diesen Magnetismus angenommen, wie z. B. ein unmagnetisches aufrecht gehaltenes Stück Eisen, welches, so lange es in dieser Lage ist, mit der untern Spitze den Südpol abstößt und den Nordpol anzieht, aber so bald es aus dieser Lage genommen wird, seine Magnetisirung verliert. Allein die Krystalle zeigten in jeder Lage immer gleiche Magnetisirung.

Aus diesen Bemerkungen zieht Herr Hauy den Schluß, daß alle, oder wenigstens die Eisenminern, die nicht mit Sauerstoff überladen sind, zu den natürlichen Magneten gehören, daß folglich der magnetische Eisenstein nicht als eine eigne Klasse von Eisenminern in den Mineralsystemen müsse aufgeführet werden, und daß man lieber bey jeder Eisenminer den Grad ihrer Magnetisirung anmerken sollte.

Herr Coulomb *) hat aus Versuchen geschlossen, daß alle Körper, welcher Art sie auch sind, von der Wirkung des Magneten afficiret werden, und daß sich die Größe dieser Einwirkung messen läßt. Damit die magnetische Kraft in den Körpern wahrgenommen werden könne, müssen selbige den höchsten Grad von Beweglichkeit haben, welchen Coulomb dadurch erreicht, daß er sie in Gestalt sehr feiner cylindrischer oder parallelepipedischer Nadeln an einem einfachen Faden Coccoseide aufhängt. Ein solcher Faden kann höchstens ein Gewicht von 8 bis 10 Grammes (170 Grain) tragen, und erfordert, um gewunden zu werden, eine so äußerst geringe Kraft, daß eine Kraft von kaum $\frac{1}{100000}$ Gramme hinreicht, ihn um 360° zu drehen.

Coulomb stellt zwey magnetische Stahlstäbe in gerader Linie mit den entgegengesetzten Polen einander gerade gegenüber, und so, daß diese um 5 bis 6 Millimètres weiter, als um die Länge des nadelförmigen Körpers von einander abstehen. Zwischen ihnen hängt er den Körper in die Mitte.

Der Erfolg war, daß der nadelförmige Körper, seine Natur und Gestalt mochte noch so verschieden seyn, sich stets genau in die Richtung der Magnetstäbe setzte. Drehte man ihn aus dieser Richtung, so kehrte er jedes Mahl in dieselbe nach einer Menge von Oscillationen zurück, durch deren Geschwindigkeit, verglichen mit dem Gewichte und der Gestalt des Körpers, die Kraft, welche die Oscillationen bewirkten, bestimmt wurde. Einige hatten in einer Minute bis 30 Oscillationen.

Aus

*) Journal de physique. Tom. LIV. p. 367.

Aus seinen ersten Versuchen, welche er nach einander mit Streifchen Gold, Silber, Kupfer, Bley, Zinn, mit kleinen Glascylindern, mit einem Stücke Kreide, einem Stückchen Knochen und mit verschiedenen Hölzern angestellt hat, glaubt er schon so viel schließen zu können, daß alle Elemente unserer Erdkugel der magnetischen Einwirkung fähig sind, und daß die Vereinigung dieser Elemente, unser Erdkörper, dadurch einen einzigen großen Magnet bilde.

(Zus. zur S. 444. Th. III.) Eine sonderbare Art von Magnetismus zu sammeln und anzuhäufen, führte Herr Lüdicke *) in Meißen auf Veranlassung eines Gedankens des Herrn von Arnim's über die Möglichkeit magnetischer Kettenversuche zuerst aus. Er errichtete nämlich aus 50 magnetischen Stahlstäbchen, jeder $1\frac{3}{8}$ Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll ins Gevierte, die so an einander gelegt waren, daß die ungleichnahmigen Pule je zweyer nächster Stahle einander zugekehrt, jedoch durch ein mit Salzwasser getränktes Pappenstückchen an das beyde Pole anlagen, getrennt waren, eine so genannte magnetische Batterie auf. Diese Stäbe stellten so zusammengesetzt ein großes Hufeisen vor, welches mitten nur so weit offen war, daß ein Wasserglas, durch dessen Wände zwey eiserne Drahtspitzen gingen, zwischen den beyden letzten Stählen Raum hatte. In diese beyden gegen einander überstehenden Löcher dieses Glases waren kurze Glasröhren, deren innere Oeffnung hermetisch verschlossen war, eingekittet, so daß die scharf zugespitzten eisernen Drähte, welche außerhalb mit den Magnetstäben verbunden wurden, und innerhalb 1 Zoll weit von einander abstunden, nirgends vom Wasser berührt werden konnten, um nicht oxydirt zu werden. Das Wasser in dem Wasserglase hatte, ehe es in die Kette gebracht wurde, schon über eine Stunde gestanden; und noch war in demselben weder auf dem Boden noch an der Röhre ein Luftbläschen zu sehen, welches etwa von der verschiedenen Temperatur des Glases und Wassers entstanden seyn konnte. Abends um 7 Uhr wurde das Wasserglas

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. IX. S. 376.

glas in die Batterie gebracht; $\frac{1}{4}$ auf 8 Uhr war das Glas noch ganz rein; erst um 8 Uhr zeigten sich auf der Glasröhre des Nordpols 8 sehr kleine Blasen; auf der Glasröhre des Südpols, so wie unten auf dem Boden, waren aber keine Blasen zu sehen. Um 10 Uhr befanden sich auf dem Nordpole 11 Blasen und dem Südpole nur 2 kleine Blasen. Der Nordpol schien also eine größere Wirkung, als der Südpol, zu zeigen.

(Zus. zur S. 445. Th. III.) **Vasalli** [a]) hat eine Methode angegeben, um künstliche Magnete zu bilden, welche fest und unveränderlich nach den Polen der Erdkugel zeigen. Statt der stählernen Nadel magnetisire man eine dünne Ellipse aus Stahl, auf deren großer Achse Eisenblech liegt, indem man die beyden Bogen an den Endpunkten dieser Achse nach der gewöhnlichen Art streicht, und hängt die Ellipse in ihrem Mittelpunkte über eine Mittagslinie auf. Bleibt die Achse in der Mittagslinie, so ist die Magnetnadel fertig; wo nicht, so nimmt man auf die bekannte Art von dem einen Pole so viel Magnetismus weg, bis dieß geschieht. Alsdann hat man eine Boussole, deren große Achse stets genau und ohne Abweichung nach den Erdpolen zeigt, wie **Vasalli**, eilfjährigen Beobachtungen zu Folge, behauptet.

Allein **Tremeri** bemerkt ganz richtig, daß eine solche Vorrichtung unvermeidlichen Fehlern unterworfen sey, und daß die künstlichen Magnete, wie man auch ihre Gestalt ändere, immer einer Abweichung unterworfen bleiben.

(Zus. zur S. 460. Th. III.) Der Herr **von Arnim** [β]) hat einige Ideen zu einer Theorie des Magnets aufgestellt, welche hier eine Stelle verdienen. Unter den schönen Versuchen des Herrn **Brugmann's** über den Magnetismus hatte nämlich den Herrn **von Arnim** keiner so sehr aufmerksam gemacht, als die mit Diamanten angestellten. Nach diesen wurde der farbenlose Diamant nicht bloß von Magneten gezogen, sondern zeigte auch eigene Polarität. Doch schien

a) Bulletin des sciences. An. 5. p. 36 u. 44.
β) Gilbert's Annalen der Physik; B. III. S. 48 ff.

schien durch Lavoisier's und anderer Versuche hinlänglich bewiesen, daß er reiner Kohlenstoff ohne Metallgehalt, und daß selbst die wenige Erde, die zuweilen beym Verbrennen zurückbleibt, nur zufällig ihm beygemischt sey. Vielleicht könne man den Versuch Cavallo's, der einem Türkis, der vorher gar nicht auf die Magnetnadel wirkte, durch Reiben an eine Stahlnadel diese Eigenschaft ertheilte, damit zusammenstellen; aber der Diamant werde eines Theils nicht vom Stahl angegriffen, andern Theils mit eignem Staube oder Diamantspath geschliffen. Dieser Versuch leitete den Herrn von Arnim auf ähnliche. Er schnitt aus Holzkohlen, nach der Länge der Holzfasern, längliche Nadeln, gab ihnen so wenig Berührungsfläche, wie nur möglich, mit dem Quecksilber, auf welches er sie legte, und alle wurden mehr oder weniger von Magneten gezogen, zeigten sogar bey kleinen Magnetnadeln Polarität. Eine Steinkohle aus seiner Gegend zeigte auch einigen, aber viel schwächeren Magnetismus. Er verbrannte beyde in gleicher Menge, fand in jener nur eine Spur Eisen, in dieser viel mehr. Er versuchte, ob durch Ablöschen der einen angebrannten Seite des Magneten in Wasser der Magnetismus der kleinen Nadel nicht verändert würde; er konnte es aber nicht bemerken, ungeachtet es doch wohl möglich war, daß es Statt fand; da in diesen Versuchen die geringste Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Quecksilbers und die geringste entgegenstrebende Bewegung darin die Wirkung des Magneten aufhebt. Dieß hielt ihn auch davon ab, Kohlen, die verschiedene Gasarten verschluckt hatten, in dieser Rücksicht zu untersuchen. Die Cavallo'schen Versuche mit dem Messing scheinen ihm nicht so bestimmt wie der Brugmannsche zu beweisen, daß das Eisen nicht allein des Magnetismus fähig sey, da dieser Naturforscher nicht ein einziges Mahl die Messingmagneten einer chemischen Prüfung auf Eisen unterwarf. Gibt es nun Magnete ohne Eisen, gibt es ferner Eisen, das sehr verschiedene Fähigkeit zum Magnetismus zeigt: so fragt es sich, welches die des stärksten Magnetismus fähige Mischung des

Eisens

Eisens ist? Daß hierin ein Unterschied zwischen den Stahl- und Eisenarten Statt finde, darin stimmen alle Physiker überein, auch in den Angaben finden sich wenige Unterschiede. Weiches Eisen nimmt den Magnetismus schneller an, verliert ihn aber auch so schnell wieder; guter Stahl nimmt ihn zwar schwerer an, aber er ist so viel dauerhafter als auch zu einem höhern Grade zu bringen. Nach Rinnmann ist das Roheisen am wenigsten des Magnetismus fähig. Da bisher Versuche und Resultate unter gewissen Ansichten nicht mit einander übereinstimmen, so sucht sie von Arnim unter bestimmte Gesichtspunkte zu bringen und zu prüfen. Das vollkommene Eisenoxyd, sagt er, wird nicht mehr vom Magnet gezogen, und die Stärke der Magneten nimmt ab, je mehr sie sich mit gelben Roste überziehen. Dagegen fand Wilke, daß Stahlnadeln, die an einer Spitze glühend noch keine Spur von Magnetismus zeigten, schnell in Wasser abgelöscht, einen daurenden Magnetismus annahmen. Hierbey erstreckt sich aber, nach Reaumur's und Lavoisier's sehr bestimmten Versuchen die Säuerung nicht bloß auf die Oberfläche, sondern sie dringt auch tief ins Innere vor. Rinnmann sah sogar, daß ein an einem Ofen liegender oxydirter und nachher wieder zusammen geschmolzener eiserner Anker stark magnetisch geworden war. Auch wenn Eisen anfängt, von Schwefelsäure angegriffen zu werden, wirkt es stärker auf den Magnet, wie vorher. So empfiehlt Rinnmann, den zu Magneten bestimmten Stahl glühend stark zu drehen und Herr Steinhäuser bemerkte einen großen Einfluß auf die Fähigkeit zum Magnetismus an Stahlstücken, die er in verschiedenen Gasarten hatte abkühlen lassen. Ferner sind fast alle Eisenerze magnetisch.

Hier könnte man, sagt Herr von Arnim, auf den Gedanken kommen, daß zwischen magnetischer Anziehung und daurender Polarität ein solcher Gegensatz Statt fände, daß zwar keine ohne die andere, jede aber im entgegengesetzten Verhältnisse der andern wachse. Seitdem aber van Swinden gezeigt habe, daß die Magnete einander ungleich

stärker anziehen, als weiches Eisen und ein Magnet, scheine diese Erklärung alle Wahrscheinlichkeit zu verlieren. Noch einen Grund dagegen biethe auch das Roheisen dar, welches nach **Lampadius** viel Sauerstoff enthalte, und der Rinnmannschen oben angeführten Erfahrung gemäß, des Magnetismus fähig sey, und da Stahl, der mehr Sauerstoff als weiches Eisen enthalte, am besten zum Magneten geneigt sey. Der Widerspruch, worauf wir also hier geführt wurden, bestünde darin, daß eben der Sauerstoff, der das Eisen durch seinen Zutritt des dauernden Magnetismus fähig mache, diese Wirkung wieder zerstöre. Diesen Widerspruch aufzulösen, dazu scheine uns besonders die letztere Erfahrung die Hand zu biethen. Roheisen unterscheide sich vom weichen Eisen nach **Lampadius** nicht bloß durch größern Sauerstoffgehalt, sondern auch durch mehr Kohlenstoff. Bestimmter als aus **Lampadius** Versuchen gehe dieses aus der **Bergmanni**schen Bestimmung der Menge von Wasserstoffgas hervor, die sich bey Auflösung gleicher Mengen der verschiedenen Eisenarten in Salzsäure entwickele. Die Menge Sauerstoff könne man hieraus sehr bestimmt nach den Verhältnissen, wie 15 Theile Wasserstoff zu 85 Theilen Sauerstoff, dem Gewichte nach berechnen; doch sey uns dieß von keinem Zwecke. Genug die Mittelzahlen bewiesen, rohes Eisen bedürfe weniger Sauerstoff zu seiner Verkalkung, als weiches Eisen, und dieser Unterschied sey ungleich größer als aus dem Verhältnisse des größern Kohlenstoffgehaltes folgen würde; Stahl hingegen sey etwas weniger oxydirt als Roheisen. Den Kohlenstoffgehalt gebe **Bergmann** in 100 Theilen Roheisen von 1 bis 33, in dem Stahle von 0,2 bis 0,8, in weichem Eisen zu 0,05 bis 0,2 an; doch war dieß kein reiner Kohlenstoff, sondern eisenhaltiger Graphit. Außer diesen beyden Unterschieden gebe es, wenn er nicht irre, zwischen dem Roheisen und den übrigen Sorten noch einen dritten, den er beyläufig zur Prüfung vorlegt. **Rinnmann** erzählt, daß ein Tropfen Scheidewasser auf dem Roheisen einen schattirenden, ungleichen schwarzen Fleck hervorbringe, da hingegen auf dem Stahle ein

ein solcher Fleck gleichförmig schwarz, auf dem weichen Eisen gleichförmig weiß erscheine. Er glaube nicht, daß sich jene Ungleichheit besser, als aus der ungleichen Mischung des Roheisens mit Kohlenstoff ableiten lasse, woher sich denn nicht nur die Leichtigkeit des Roheisens, sondern auch zum Theil die Unfähigkeit zum Magnetismus, erkläre. Alle diese Erfahrungen, insbesondere die Nothwendigkeit des Kohlenstoffs, um den, des Magnetismus fähigsten Stoffs, Stahl, hervorzubringen, führten uns auf das Resultat, daß weder das Eisen allein, noch die Verbindung mit dem Sauerstoffe im gewissen Verhältnisse, die des stärksten, dauerhaftesten Magnetismus fähige Masse hervorbringe.

Der Herr von Arnim setzt zur Theorie des Magneten fest, daß zum Magnetismus überhaupt Cohärenz, und zum höchsten Magnetismus, außer der chemischen Beschaffenheit, die höchste Cohärenz gehöre. Die Erfahrung bestätige dieß hinreichend: glühend und verkalkt verliere das Eisen alle magnetische Eigenschaften. Eisen, der beste Magnet, habe ferner die größte Cohärenz, nach ihm komme Kupfer und Platina, und auch diese ließen sich durch eine geringe Mischung mit Eisen in Magneten verwandeln. Diese auszeichnende chemische Eigenschaft desselben sey: mit dem Kohlenstoffe in verschiedenen Graden der Säuerung eine Verbindung in Metallform einzugehen. Herr Lampadius glaube, mit dem Sauerstoffe: doch stütze sich diese Meinung nur auf Versuche mit kohlenstoffhaltigem Eisen; allgemeine Gründe dagegen würden sich in der gewöhnlichen Wirkung der Sauerstoffverbindung auf die Metallform finden. Aber was habe diese Metallform so Auszeichnendes, daß jeder sie wieder erkenne, ohne sich genau den Unterschied zu entwickeln. Er glaube, man thue Unrecht, wenn man es in diese oder jene einzelne Eigenschaft setze; einzeln möchte man sie wohl alle, auch in andern Stoffen wiederfinden, aber so wie sie hier verbunden seyen, um Oxydirbarkeit, Undurchsichtigkeit, Schmelzbarkeit, Wärme und Elektricitätsleitung, großes specifisches Gewicht, Cohärenz u. s. w. machten es zusammen aus. Und

alle diese Eigenschaften verschwänden entweder ganz oder zum Theil bey der Verbindung mit dem Sauerstoffe. Es sey diese Wirkung so allgemeiner, zeige sich auch beym Eisen, wenn wir es Eisenoxyd nennten, so daß es schwer werde, zu glauben, daß bey einem niedrigern Grade der Oxydation das Gegentheil Statt finden sollte. Er kehre dahin zurück, daß der Kohlenstoff in verschiedenen Graden der Oxydation sich mit dem Eisen verbinde. Durch die Verbindung mit Kohlenstoff werde das Eisen im Stahle specifisch schwerer, mit eben diesem Stoffe im Roheisen verbunden specifisch leichter; dieß müsse daher durch den dritten Stoff, den Sauerstoff, bestimmt, und, da nach allgemeiner Erfahrung der Sauerstoff die Dichtigkeit des Körpers, mit dem er sich verbinde, mindere, der Kohlenstoff im Roheisen oxydirter als im Stahle seyn. Das stimme nicht nur mit dem Resultate aus den angeführten Versuchen **Bergmann's** über die Menge des entwickelten Wasserstoffgas, sondern auch mit der Erfahrung überein, daß Stahl schwerer roste, als jedes andere Eisen, welches nun leicht aus der Beobachtung **Guyton's** sich erkläre, daß der Kohlenstoff, mit je weniger Sauerstoff verbunden, desto schwerer sich damit verbinde. Es werde endlich auch dadurch bestätigt, daß der Stahl beym Härten an specifischem Gewichte verliere, und daß nach **Coulomb's** Erfahrung das starke Härten dem Magnetismus schade. **Musschenbroek** habe aber gefunden, daß Stahl ungleich geringere Cohärenz als Eisen habe. So bald daher angenommen sey, daß bey der erforderlichen chemischen Beschaffenheit die größte Cohärenz des Stoffes die besten Magneten liefere: so sehe man, daß der Kohlenstoff und Sauerstoff ein bestimmtes Verhältniß haben müßten, weil ohne beyde zwar kein daurender Magnetismus im Eisen sey, sie aber die Cohärenz des Magnetismus verminderten, daher wiederum der Stärke schadeten.

Da wir fänden, daß beym Magnetisiren ohne Volumveränderung bey uns der Nordpol schwerer, also specifisch schwerer, dagegen der Südpol specifisch leichter werde: so könnten

könnten wir vielleicht annehmen, daß durch eine Wirkung eines zweyten Magnets, dieser dem Südpole Sauerstoff abgetreten, dagegen von dem Südpole Kohlenstoff erhalten habe. Doch folge daraus nicht, daß der Chemiker, wenn er den Magneten jetzt in der Mitte durchbräche, von der einen Seite mehr Kohlen-, von der andern mehr Sauerstoff erhalten würde, sondern indem der Magnet sich trenne, kehrten auch diese gemeinseitigen Bindungen in ihre neuen Pole sich um. Nur in der leichtern oder schwerern Oxydirbarkeit der Pole lasse sich dieses erkennen. An Magneten allein versuchte er dieses vergebens, weil sie zu lange, um merklich verkalkt zu werden, mit Wasser überstrichen seyn müßten. Lege man hingegen eine Armatur von weichem Eisen an beyde Pole, und bestreiche beyde Pole mit Wasser: so könne man in kurzer Zeit die stärkere Oxydation an dem Nordpole des Magneten, also an dem Südpole der Armatur, folglich wo schon der meiste Sauerstoff sey, finden, weil nach Guyton's Erfahrung die Anziehung des Kohlenstoffs zum Sauerstoffe zunehme, jemehr er davon erhalte. Diese verschiedene Oxydation erkläre auch die vom Hrn. Ritter beobachtete Erscheinung, daß zwey Eisennadeln zu wirksamen Excitatoren des Galvanismus gemacht würden, wenn man die eine derselben durch Streichen magnetisirte. Er gesteht, daß jene Vermuthung über die ungleiche chemische Beschaffenheit beyder Pole, ihre Schwierigkeiten habe, dagegen gewinne sie aber durch die angeführte Beobachtung Guyton's. Dieses letztere erkläret mit außerordentlicher Leichtigkeit die Schnelligkeit, mit der man die magnetische Kraft, wenn sie einmahl sich zeige, unter schwach magnetisirten Stäben vermehren könne u. s. w. Eine entgegengesetzte chemische Beschaffenheit der Erdpole würde dann diesen magnetischen Nord- und Südpolen entsprechen; eine Verschiedenheit, die er zwar nicht aus der verschiedenen Bindung der beyden Seiten unserer Erde herleiten könne, weil die Uebereinstimmung der Gebirgsmassen in sehr entfernten Gegenden es wahrscheinlich mache, daß dieser Unterschied tiefer als unsre bewohnte und befahrne Erdrinde

 liege,

liege, wenn gleich beyde einen gemeinschaftlichen Grund in der ungleichen Erwärmung der nördlichen und südlichen Halbkugeln hätten. Noch gebe es ein Metall, den Kobalt, das ohne Beymischung des Eisens nach Herrn Kahl's Entdeckung eines starken Magnetismus fähig sey. Merkwürdig sey es, daß er nach Brisson, mit dem Stahle im specifischen Gewichte übereinstimme. In Rücksicht der Cohärenz seyn noch keine Versuche damit angestellt; in der Reihe der Adhärenzen mit dem Quecksilber stehe er neben dem Eisen, doch so, daß das Eisen durch 115 Gran, der Kobalt durch 8 Gran abgerissen werde. Diese außerordentlich geringe Adhäsion machte den Herrn von Arnim zuerst darauf aufmerksam, ob nicht auch hier, wie bey dem Stahle, durch die Verbindung mit Kohlenstoff die Adhäsion geschwächt werde. Er lösete deßwegen etwas von einem sehr reinen Kobaltkönig in Salpetersäure auf; die angegriffene vorher polirte Seite war schwarz gefleckt worden, auch fand er in der Säure einen feinen unauflöslichen schwarzen Niederschlag, von dem er aber zu wenig hatte, um sich mit Gewißheit zu überzeugen, ob es Kohlenstoff sey. Sollte dieß nicht etwa zufällig, sondern allem Kobaltkönige gemein seyn, so würde dadurch die Entstehung des Magnetismus im Kobalt, wie im Eisen, gleiche Ursache haben. Eben so einfach schließe sich der Magnetismus kohlenstoffhaltiger Substanzen, des Diamants u. s. w., wovon wir ausgingen, hier an; sie seyen, wie der Eisenmagnetismus, Folge der verschiedenen Oxydirbarkeit des Kohlenstoffs, und seiner Eigenschaft, mit der größern Menge Sauerstoff, die er gebunden, immer mehr Anziehung gegen denselben zu bekommen. Für die Theorie des Magneten sey, wenn diese Beobachtungen nicht Berichtigung, sondern Bestätigung erhalten sollten, weiter nichts geleistet, als daß er das chemisch Auszeichnende des Magneten, das chemisch Veränderte beym Magnetisiren aufgesucht habe; eine Arbeit, die zwar zur Vollständigkeit nothwendig, aber für den übrigen Theil der Theorie, Ableitung der Gesetze aus der allgemeinen Dynamik, ganz ohne Anwendung sey.

Richard

Richard Kirwan *) hatte eigene sinnreiche Ideen über die Entstehung und Wirkung des Magnetismus. Alle Naturerscheinungen, sagt er, lassen sich auf zwey verschiedenen Wegen erklären. Einmahl, indem man die Bedingungen und Umstände aufsucht, unter welchen sie entstehen, und die Gesetze entwickelt, nach welchen sich ihre Wirkungen richten; das andere Mahl, indem man die Analogie, die Aehnlichkeit oder Coincidenz derselben mit irgend einer allgemeinen Erfahrung darthut, mit der und deren Gesetzen wir schon bekannt sind. Im ersten Sinne seyen Elektricität und Magnetismus einiger Maßen, im letzteren hingegen bisher noch gar nicht erklärt, besonders nicht der Magnetismus.

Lasse sich also irgend ein anderes allgemeines Factum oder eine Kraft angeben, welcher der Magnetismus analog und ähnlich sey: so werde er in so fern erklärt seyn. Ein solches Factum oder eine solche Kraft glaube er aber nachweisen zu können, nämlich die Kraft der Krystallisation. Hierunter versteht Kirwan die Kraft, vermöge der die einzelnen Theilchen eines festen Körpers, wenn sie für sich hinreichend beweglich sind, sich mit einander, nicht ohne Unterschied und verwirrt, sondern nach einer eigenthümlichen gleichförmigen Ordnung verbinden, so daß sie in ihrer vollkommensten Zusammenordnung zuletzt regelmäßige und bestimmte Formen erzeugen. Diese Kraft sey in allen festen mineralischen Stoffen vorhanden.

Gäben gleich homogene Stoffe oft Krystalle von sehr verschiedener Form, so ließen sich diese doch in den meisten Fällen zu wenigen Grundformen zurückführen, welche, wie Hauy durch Versuche gezeigt habe, von gewissen ursprünglichen Formen der kleinsten Theilchen ihrer Concretion abhingen. Die Vereinigung dieser Theilchen in sichtbare, auf gleiche Art geordnete Apparate, setze nothwendig voraus, daß die Flächen dieser Theilchen, deren Winkel correspondirten, sich gegenseitig anzögen, und dagegen die Flächen in den nicht correspondirenden Winkeln sich gegenseitig abstoßen müßten; denn

*) Transact. of the Royal Irish Academy. Vol. VI.

denn sonst wäre es nicht möglich, daß die regelmäßig rhomboidalischen und andere vielseitigen Prismen und Pyramiden, dergleichen wir in den Krystallen fänden, entstehen könnten. Aus dieser anziehenden und abstoßenden Kraft erkläre es sich, warum die Krystallisation nie mitten in einem Gefäße, sondern immer an den äußern Flächen der Auflösung anfange, wo die abstoßende Kraft der Theilchen aufgehoben oder eingeschränkt werde, indeß sie in der Mitte frey würde, und dadurch die Anziehung und Aggregation der ohne Ordnung unter einander gemischten Theilchen hindere. Auch zeige sich die Repulsivkraft krystallisirender Stoffe dadurch, daß, wenn man gesättigte Auflösungen von Salpeter, Kochsalz und schwefelsaurem Kali mit einander vermischt, daraus jeder dieser Stoffe sich einzeln krystallisirt, welches nicht möglich wäre, zögen sich bloß die gleichartigen Theilchen an, und stießen sich auch nicht die Theilchen der verschiedenen Stoffe gegenseitig ab. Diese und andere ähnliche Versuche beweisen also offenbar eine anziehende und eine zurückstoßende Kraft, nicht bloß zwischen einerley und verschiedenen Salzarten, sondern auch zwischen den verschiedenen Flächen gleichartiger Salztheilchen? Diese Kräfte seyn in der Sphäre ihrer Wirksamkeit von einer unbegränzten Größe. So z. B. zersprengte Wasser, das man in Kanonen, die mehrere Zoll dick waren, eingeschlossen, und einem hohen Grade von Kälte ausgesetzt hatte, indem es sich in Eis krystallisirte, das Metall, welches es hinderte in die Form zu gelangen, welche es dabey annähme. Die größte Verschiedenheit in der Art, wie die Kraft des Magnetismus und die Kraft der Krystallisation rege würden, möchte vielleicht den meisten ein unbeantwortlicher Einwurf gegen die Identität beyder Kräfte dünken. Da aber ihre Tendenz in allen ihren Varietäten genau dieselbe sey, so scheine ihm ihre Verschiedenheit in Absicht anderer Umstände eher auf eine Verschiedenheit des Grades derselben Kraft, als auf einen wesentlichen Unterschied in den Kräften selbst zu deuten. Was nun die Anwendung dieser Principien auf die magnetischen Erscheinungen betrifft, so

führt

führt sie Kirwan auf folgende zurück. 1) Anziehung, Abstoßen, Polarität; 2) Mittheilung; 3) Abweichung; 4) Neigung; 5) ausschließende Eigenthümlichkeit des Eisens; 6) Zerstörung der magnetischen Kraft.

1) Anziehen, Abstoßen, Polarität.

In den uns bekannten Theilen der Erdfläche komme unter allen einzelnen mineralischen Stoffen das Eisen bey weiten am häufigsten vor. Kaum gebe es irgend eine Stein- oder Erzart oder eine Erde, welche ganz frey von Eisen wäre; das pflege ihnen zu 2 bis 20 Procent beygemischt zu seyn, wofür sich im Mittel etwa 6 Procent möchten nehmen lassen. Ueberdem seyen die Eisenerze unter allen Erzen die gewöhnlichsten und zahlreichsten; in manchen Gegenden, besonders der nördlichen Klimate, beständen daraus ganze Berge, deren einige magnetisch wären. Bedenke man dabey, daß das specifische Gewicht der Eisenerze 4 bis 5 sey, und daß, ungeachtet der ungeheuren Wassermasse, welche den größten Theil der Erdfläche in unbekannter Tiefe bedeckt, und ungeachtet das specifische Gewicht der meisten Steine und Erden, kaum bis auf 3, nur äußerst weniger bis auf 4 steige, dennoch das specifische Gewicht des Erdballs, Versuchen zu Folge, 4 bis 5 betrage: so sey der Schluß sehr natürlich, daß das Innere des Erdballs größten Theils aus einer oder mehreren Massen von Eisenerz bestehe; ein Schluß, der dadurch noch mehr bestätiget werde, daß die vulkanischen Laven, welche aus den größten uns bekannten Tiefen unter der Oberfläche der Erde herausgetrieben werde, von 15 bis 20 oder 25 Procent Eisen in einem für die magnetische Anziehung am meisten günstigen Zustande enthalten. Unter dieser Hypothese müsse

1) die anziehende Kraft der Erde hauptsächlich in den Eisentheilen liegen, woraus die Erdmasse größten Theils bestehe.

2) Da die ganze Erdmasse ursprünglich weich oder flüssig gewesen wäre, so hätten sich die Theile derselben ihrer gegenseitigen Anziehung gemäß zusammenordnen können, und

müßten sich daher in der Richtung, in welcher sie von der Schwungbewegung der Erde am wenigsten gestört gewesen, d. h., in der Richtung der Erdachse erhärten und krystallisiren, und zwar hauptsächlich und am vollkommsten in den am meisten ruhenden Theilen, also um den Mittelpunkt.

3) Diese Krystallisation könne, gleich den Salzkrystallisationen, in einem oder mehreren Anschüssen geschehen seyn, und bilde vielleicht verschiedene ungeheure Massen, deren jede ihre eigene Pole besitze, von welchen diejenigen, die nach einerley Richtung lägen, sich abstießen und von einander entfernt wären.

Diese innern Erdmagnete müßten erstlich, dem allgemeinen Gesetz der Gravitation zu Folge, eine Anziehung auf alle Körper ohne Unterschied äußern, im Verhältnisse von deren Dichtigkeit und im geraden oder verkehrten Verhältniß der Quadrate ihrer Entfernung. Zweytens würden sie überdieß noch eine eigenthümliche Anziehung auf Körper äußern, die mit ihnen gleichartig seyn, nach Verhältniß der Homogenität derselben, und der Uebereinstimmung in der Zusammenordnung ihrer Theilchen mit den der innern Erdmagnete.

Sonach sey ein Magnet nichts anders, als eine Masse von Eisen, deren Theilchen in einer ähnlichen Richtung als die des großen Erdmagnets zusammengeordnet seyen. Dieses nennt **Kirwan** die **magnetische Zusammenordnung**.

Die Theile des Eisens ziehen einander mächtiger an, als es unter den Theilen irgend eines anderen Stoffes der Fall ist. Dieß zeige sich durch die große Cohärenz, die Härte, die Elasticität und die Unschmelzbarkeit des Eisens; Eigenschaften, worin das Eisen alle andere Materien übertreffe. Daher ziehe ein Magnet Eisen innerhalb der Sphäre seiner Wirksamkeit dadurch an, daß er eine gewisse Menge der Eisentheilchen, vermittelst seiner anziehenden Kraft, in eine Zusammenordnung zwinge, welche der seiner Theilchen ähnlich sey. Denn in diesem Falle äußere er eine doppelte Anziehung; einmahl die des Eisens auf Eisen, zweytens die anzie-

anziehende Kraft der krystallisirenden Stoffe. Da diese letzte zugleich anziehend und abstoßend sey, je nachdem die Theilchen mit der einen oder der andern Fläche in Berührung kämen: so müsse ein Ende des Magnets das Ende eines zweyten Magnets, welches vom andern Ende angezogen werde, abstoßen, so lange nur dieselbe Anordnung der Theile bleibe.

Da nun überdieß diese Anordnung in jedem einzelnen Magnete, der Anordnung des großen Erdmagneten entsprechend, in der Richtung von Nord nach Süd geht: so müßten natürliche Magnete sowohl als Eisen, worin eine hinlängliche Anzahl von Theilchen auf jene Art angeordnet seyen, sich bey gänzlich freyer Bewegung in jene Richtung setzen; und hierauf beruhe Polarität. Die magnetische Kraft sey größer oder kleiner, je nachdem die Zahl und die Homogenität der auf ähnliche und magnetische Art angeordneten Theilchen größer oder kleiner sey. Daher sey ein kleiner Magnet oft mächtiger als ein größerer, und deßhalb ziehe ein Magnet eine magnetisirte Nadel aus einer größeren Entfernung, als eine nicht magnetisirte, an.

Die magnetisirte Kraft nehme nach einer bestimmten Funktion der Entfernung von den Theilchen ab, welche sie ausübten. Deßhalb sey sie in der Berührung und an den Polen am stärksten, indem sie dort am wenigsten gesättigt sey. Hingegen im mittleren Theile des Magnets, der die beyden Pole von einander trenne, am schwächsten.

Durch das Zerbrechen in kleine Theilchen werde die Kraft des Magnets fast ganz zerstört; denn blieben gleich die Pole nach wie vor, so lägen die entgegengesetzten dann doch einander zu nahe, als daß sie nicht einander entgegenwirken, und ihre Anziehung wechselseitig aufheben sollten.

Halte man, während eine Nadel vom Südpole des Magnets angezogen werde, eine Eisenstange an den Nordpol: so werde die Nadel viel stärker als ohne dieß angezogen, weil dadurch das Eisen gleichfalls einen Südpol erhält, dessen anziehende Kraft sich mit der des Magnets verbinde.

Zwey

Zwey Nadeln, welche an den einen Pol eines Magnets hangen, divergirten wegen ihrer gleichartigen magnetischen Anordnung. Lege man an denselben Pol eine Eisenstange, so nehme ihre Divergenz ab, weil das ihnen zunächst liegende Ende dieser Stange entgegengesetzte Polarität erhalte, und dadurch der Repulsivkraft des Magnets entgegenwirke. Der Magnet wirke durch keine allzu lange Eisenstange durch.

Unter übrigens gleichen Umständen hänge die Kraft eines Magnets von der Zahl der magnetisch angeordneten Flächen und der Genauigkeit der Anordnung ab, diese sey genau, wenn die gleichartigen Flächen einander, und ursprünglich den Flächen des großen Erdmagnets völlig parallel ständen. Senkrecht auf diese magnetische Flächen sey die magnetische Kraft am stärksten, schwächer, je weiter eine andere Richtung von dieser abweiche, und Null in der Richtung dieser Flächen. Daher scheine es, als wäre die magnetische Kraft an den Polen concentrirt, und die Kraft an den Seiten sey viel schwächer.

Werde der Südpol eines Magnets mit Eisenfeilspänen belastet, dem oberen Ende einer senkrecht stehenden und dadurch magnetischen Eisenstange genähert, so lasse er einen Theil der Feilspäne fallen; denn die gleichnahmigen Pole bezweckten eine entgegengesetzte Zusammenordnung und schwächten sich dadurch gegenseitig. Der Nordpol hingegen trage unter diesen Umständen mehr Eisenfeilspäne als sonst, da die entgegengesetzten Pole sich wechselseitig verstärkten.

Nähere man einander die gleichnahmigen Pole zweyer Magnete von sehr ungleicher Stärke, so zerstöre der stärkere sogleich den Magnetismus des schwächeren, und indem er in ihm eine entgegengesetzte Zusammenordnung der Theilchen hervorbringe, ziehe er ihn an, anstatt ihn zurück zu stoßen. Seyen die Kräfte beyder weniger verschieden, so werde dazu längere Zeit erfordert; so auch, wenn der eine weicher als der andere sey. Selbst bey gleichen Kräften gebe der weichere dem härteren nach; gleich harte schwächten sich bloß beyde unter diesen Umständen.

Zerschneide man einen Magnet in zwey Theile parallel mit seiner Achse, so stießen die Enden, die sonst an einander lagen, sich gegenseitig ab, weil sie beyde gleichartige Pole blieben. Werde dagegen der Magnet nach senkrechter Richtung auf der Achse zerschnitten, so zögen die zuvor an einander stoßenden Theile sich an.

Drehe man einen magnetischen Draht, so werde seine Kraft so in Unordnung gebracht, daß an gewissen Stellen derselbe Pol eines Magnets die eine Seite desselben anziehe, die entgegengesetzte abstoße.

Die Kraft des Magneten sey unter übrigens gleichen Umständen, ihren Oberflächen, oder dem Quadrate ihrer Durchmesser proportional.

2) Mittheilung.

Werde Eisen mit einem Pole des Magnets in Berührung, oder in die Sphäre seiner Wirksamkeit gebracht, so erhalte es dort die zur entgegengesetzten Polarität erforderliche Anordnung, und werde in seiner ganzen Länge magnetisch. Das entgegengesetzte Ende erhalte dadurch, den vorhin entwickelten Gesetzen der Krystallisation gemäß, die Anordnung des entgegengesetzten Pols.

Eisen werde jedoch nicht bloß magnetisch durch Berührung oder Nähe eines Magnets, sondern auch durch seine Lage, oder durch innerliche Erschütterung. Stelle man eine Eisenstange senkrecht, so nehmen ihre kleinsten Fiberchen allmählich die magnetische Zusammenordnung an, so, daß sie nach einigen Jahren ganz zum Magnete werde. Bey uns werde ihr unteres Ende der Nordpol, ihr oberes der Südpol; in der südlichen Hemisphäre umgekehrt. Eine unmagnetische ganz oder beynahe horizontalliegende Eisenstange bleibe immer unmagnetisch, werde aber sogleich magnetisch, wenn man eines ihrer Enden in die Höhe bringe, wie es sich an der Magnetnadel zeige. Denn nur in dieser Lage sey sie der Wirksamkeit der Erdpole des großen Erdmagnets ausgesetzt.

Sehr viel schneller nehme eine Eisenstange diesen Magnetismus an, wenn man sie auch nur an einem Theile erwärme,

wärme, und so aufrecht stelle. Stoße man das untere Ende einer Eisenstange gegen den Boden, so würde dieses der Nordpol; kehre man sie sogleich um, und stoße das entgegengesetzte Ende gegen den Boden, so seyen die Pole sogleich verkehrt, und dieses Ende der Nordpol. Offenbar sey also eine Bewegung, in die man die kleinsten Theile des in die gehörige Lage versetzten Eisens setzt, sehr behülflich, in diesen die Anordnung hervorzubringen, welche der große Erdmagnet in ihnen allmählich bewirke. Magnete mit ihren entgegengesetzten Polen einander genähert, verstärkten wechselseitig ihre Kraft. Da die Theile des weichen Eisens am leichtesten zu bewegen seyen, so nehme es die magnetische Anordnung am leichtesten an; schwerer hartes Eisen oder gehärteter Stahl, am schwersten und am unvollkommensten Gußeisen, welches härter und mit fremdartigen Theilen am stärksten untermischt sey.

Wie man auch Eisen an einen Magnet anbringen möge, so ergieße sich die magnetische Kraft darin nach der Richtung der Länge, und die Enden desselben schienen gleicharmige Pole mit den des Magnets zu werden, die sie berührten. Hieraus lasse sich die größere Kraft armirter Magnete erklären. Die Oberfläche der Armatur, die unmittelbar an den Magnet anliege, drucke der magnetischen Oberfläche eine der ihrigen entgegengesetzte Anordnung ein, verbessere dadurch unregelmäßig liegende Theilchen der magnetischen Oberfläche und verstärke sie auf diese Art.

Um dem Eisen durch Reibung gegen einen Magnet, Magnetismus einzudrücken, müsse man es immer mit einerley Pol voran, längs desselben Pols des Magnets hinführen, weil man sonst die dadurch erzeugte magnetische Anordnung im Eisen sogleich wieder aufheben würde. Wo die Reibung anfange, entstehe der gleichnahmige, wo sie aufhöre, der entgegengesetzte Pol mit dem reibenden des Magnets.

3) Eigenthümlichkeit des Eisens.

Warum die magnetischen Erscheinungen dem Eisen so gut als eigenthümlich seyen, ist nach Kirwan vorhin erklärt

klärt worden. Jedoch hat man auch gefunden, daß Nickel, Kobalt und Braunsteinkönig an diesen Eigenschaften Theil nehmen. Beym Braunsteinkönig möchten, wie bey vielen andern Stoffen, Eisentheilchen daran Schuld seyn, von welchen sie sich gar schwer befreyen ließen. Was aber den Nickel und einige andere betreffe, so scheine mehr ihre große Anziehung zum Eisen, besonders wenn ihre Theilchen gehörig zusammengeordnet seyn, dieses Phänomen zu bewirken. Da denn der große Erdmagnet im Verhältniß dieser ihrer Zusammenordnung und ihrer Verwandtschaft zum Eisen auf sie wirke.

Noch eine andere Theorie des Magnetismus aus den Principien der metaphysischen Naturwissenschaft entwickelt, hat Herr Eschenmeyer [a]) angegeben, von welcher sich hier kein Auszug geben läßt.

Manometer. (Zus. zur S. 491. Th. III.) Herr Kramp [b]) hatte ein Nicholson'sches Aräometer zum Gebrauche eines Manometers empfohlen, auf den Fall angewendet, wenn der Körper, dessen specifisches Gewicht erforscht werden soll, die äußere Luft ist. Dieses Manometer hat aber Herr Kramp nach der Zeit ganz abgeändert. Allein auch dieses abgeänderte Manometer, bemerkt er, habe immer noch einen wesentlichen Fehler: und dieser sey eine ganz natürliche Folge des Grundsatzes, worauf er beruhe. Nach seinen Versuchen nämlich ist die Luft ausdehnbarer als das Wasser, in dem Verhältnisse von 1:19. Dagegen aber ist das Wasser schwerer als die Luft in dem Verhältnisse von ungefähr 780:1. Es folgt also, daß an dem Steigen und Fallen seines sonst sehr empfindlichen Manometers die verschiedene Temperatur des Wassers ungefähr 40 Mahl mehr Antheil hat, als die veränderliche Schwere der Luft, und dieß ist für ihn ein großer Grund, dieß Manometer nicht zu empfehlen.

Materie.

a) Versuch, die Gesetze der magnetischen Erscheinungen aus Sätzen der Naturmetaphysik mithin a priori zu entwickeln. Tübingen, 1798. 8.

b) Hindenburg's Archiv. H. X. S. 132.

Materie. (Zus. zur S. 511 Th III) Lamark *) hat ein neues System der Naturerscheinungen dargestellt, welches kürzlich in Folgendem bestehet. Er geht von dem Satze aus, daß alle Körper aus gewissen einfachen Stoffen zusammengesetzt seyn. Zu diesen rechnet er eine verglasbare Erde, Wasser, Luft, Feuer und Licht. Werden diese in gewissen Verhältnissen mit einander verbunden, so entstehen daraus die wesentlichen Bestandtheile aller größern Materien und Körper. Die einfachen Stoffe haben aber keine ihnen eigenthümliche Kraft, sich mit einander zu vereinigen, auch keine Verwandtschaft gegen einander, sondern vielmehr ein beständiges Bestreben sich aus allen Verbindungen zu setzen, in welche sie gegenseitig durch irgend eine, aber von ihnen ganz unabhängige Kraft versetzt worden sind. Es suchen demnach jene einfachen Stoffe sich beständig aller Fesseln zu entledigen, wodurch ihre Natur abgeändert und ihre Einfachheit aufgehoben worden ist. Nur die aus den einfachen Stoffen durch gewaltsame Verbindungen entstandenen wesentlichen Bestandtheile haben ein Bestreben zusammen zu hängen und in einen Aggregatzustand überzugehen, und die Ungleichartigkeit der in der Natur vorkommenden Körper beruht bloß auf diesen wesentlichen Bestandtheilen. So lange diese ungeändert bleiben, so lange ändert sich auch die Natur eines Körpers nicht er bleibt beym Zerschneiden, Zerstoßen und jeder andern mechanischen Wirkung auf ihn immer noch der vorige. Obgleich die wesentlichen Bestandtheile aus den einfachen Stoffen gebildet worden sind so kann man doch nun nicht mehr sagen, daß die einfachen Stoffe als solche noch in den wesentlichen Bestandtheilen enthalten wären, indem sie durch diese Zusammensetzung ihrer ganzen Freyheit beraubt und ihre vorige Natur so verloren haben daß man vielmehr jeden wesentlichen Bestandtheil jetzt selbst als ein vollkommen gleichartiges Massetheilchen ansehen muß. Auch heißt ein Körper gleichartig wenn er aus einerley wesentlichen Bestandtheilen,

*) Mémoires de physique et d'histoire naturelle etc. Paris an V. 1797. in Voigt's Magazin. Th. I. St. 4. S. 59 ff.

theilen, und ungleichartig, wenn er durch Aggregation aus verschiedenen zusammengesetzt worden ist. Die grosse Verschiedenheit der Naturkörper läßt sich aus den unzähligen Verhältnissen begreifen, nach welchen die oben erwähnten 5 einfachen Stoffe mit einander verbunden werden können. Harte Bestandtheile und aus ihnen bestehende harte Körper haben die Erde; weiche hingegen das Wasser in vorzüglichem Maße in ihrer Mischung. Das Feuer ist im natürlichen, losen Zustande eine durch den ganzen Weltraum verbreitete ursprüngliche, für sich nicht warme, sondern vielmehr absolut kalte höchst feine und elastische Flüssigkeit. In diesem ganz freyen Zustande heißt diese Flüssigkeit ätherisches Feuer. Dieses ätherische Feuer ist die eigentliche Ursache des Schalles, oder vielmehr seiner Fortpflanzung und höchst wahrscheinlich auch der elektrischen und magnetischen Erscheinungen. Im zusammengesetzten Zustande erhält es eine Art von Grobheit in den Körpern, und verliert durch die mannigfaltige Bindung seine ursprünglichen Eigenschaften. Es wird nunmehr zum fixirten Feuer, wo sich wieder zwey Arten unterscheiden lassen; Kohlenfeuer und säurendes Feuer. Unter jener Benennung wird dasjenige fixirte Feuer verstanden, welches einen Bestandtheil derjenigen Körper ausmacht, deren Grundstoffe so innig combiniret sind, daß sie sich gleichsam in einem Zustande von Sättigung befinden. Das Kohlenfeuer ist das Radikal aller verbrennlichen Körper, und wird beym Verbrennen als hitzendes Feuer abgeschieden. Es rühren auch vom Kohlenfeuer alle Erscheinungen der Farben her. Das säurende Feuer macht einen Bestandtheil aller Körper aus, deren Stoffe nur unvollkommen in ihrer Zusammensetzung gesättiget sind. Es ist das Radikal aller salzigen Stoffe, aller Säuren, aller Körper, welche Geschmack und Geruch haben. Das hitzende Feuer (feu calorique) befindet sich nur in einem vorübergehenden Zustande von Expansion, und besitzt nur so lange die wärmende Eigenschaft, bis es sich wieder zum ätherischen Feuer ausgedehnt hat. Wenn die Expansivkraft des wärmenden Feuers noch am größten ist, so wirkt es am hef-

tigsten auf die Lichtmaterie, und es entsteht dann weißes Licht; violettes hingegen, wenn es schon wieder beynahe zum ätherischen Zustand zurückgekehrt ist.

Die unorganischen Körper haben ihren Ursprung sämmtlich von organisirten Wesen, und sind als Abfälle von organisirten Wesen anzusehen, in welchen ehemahls eine organische Bewegung, oder eine gewisse Lebenskraft, thätig war; denn nur allein eine solche organische Bewegung kann die freyen einfachen Stoffe dahin bringen, daß sie sich in wesentliche Bestandtheile vereinigen, woraus sich nachher die unorganischen Körper zusammenhäufen u. s. w.

Meer. (Zus. zur S. 540. Th III.) Der Herr **Olof Wåström** *) hat eine Beschreibung von einem besondern Scheine im Wasser der Ostsee, oder des von dem in den Scheren von **Wermdö** so genannten Schwachfeuers gegeben, welches eine besonders merkwürdige Erscheinung ist. In den Binnenwässern und Buchten der Ostsee nämlich sieht man oft im Herbste und später des Nachts im Wasser einen bleichen Schein, der an Farbe dem hellblauen elektrischen Funken ähnlich ist. Diese Erscheinung zeigt sich manchmahl bey sanftem Wehen oder leisen Rauschen des Windes, noch besser aber bey stillem Wetter, wo es unter Bewegung der Ruder und im Kielwasser des fortgleitenten Fahrzeuges flammt. Beym Ziehen mit dem großen Netze gewährt es den Schererbauern in der Herbstzeit nicht selten einen reitzenden Anblick, wenn ihre Flotten in diesem Scheine spielen, und die beyden Flügel des Netzes, so weit man sehen kann, sich darin bewegen. Während dessen naht sich das Netz dem Ufer, und das Springen der Fische im Beutel erregt einen Schein, der einem matten Blitze gleicht. Da bey demselben meisten Theils die Fischerey glücklich ist, so achtet man diesen Schein eben so, wie die Alten Castor und Pollux.

Als merkwürdig hierbey ist zu merken, daß der starke Schein dieses Feuers fast immer ein Zeichen oder Vorbothe eines

*) Königl. Vetensk. Academ. nya Handl. Stockh. 1798. 3tes Quart.

eines schnell entstehenden Ost oder Nord-Ost-Windes, verbunden mit Niederschlag aus der Luft oder Unwetter ist. Ob dieses Feuer ein elektrisches oder phosphorisches Phänomen sey, oder ob es im Wasser einen eignen Grundstoff gebe, aus dem es entbunden werde, könne Wåström nicht bestimmt sagen. Diese leuchtende Kraft zeigt sich in langen Herbst- und Winternächten, wo sich viele Veränderungen auf der Erde und in der Luft ereignen. Oft fand Wåström bey Reisen auf den Binnenwässern der Ostsee die Atmosphäre sehr rein und ganz ohne Wolken, und doch verdunkelte sie sich plötzlich. Nach einigen Stunden ward es wieder helle, und so fuhr es abwechselnd die ganze Nacht unter gleich hellem Himmel fort. Diese merkliche Veränderung des stärkern und schwächern Lichtes zur Nachtzeit, die meisten Theils immer eine Veränderung des Wetters anzeigt, möchte wohl nicht allein ihren Grund darin haben, daß feine und unsichtbare Dünste vom Meere auf über den Horizont in gewissen Strekken ziehen, und die leuchtende Kraft in ihrer Bewegung hindern; sondern auch darin, daß einige Räume des Luftkreises nicht allein reiner, sondern, welches noch glaublicher scheint, mit solchen Theilen angefüllt sind, in welchen und durch welche die leuchtende Kraft stärker zu wirken vermag. Es zeigt sich kein Grund, warum dieselbe leuchtende Kraft unter verschiedenen Umständen nicht auch in verschiedenen Graden und Veränderungen im Wasser und in der Luft wirken sollte. Und da das Wasser ein weit schwereres und dichteres Mittel ist als die Luft, so müssen die stärkern Grade und die stärkere Bewegung des Lichtes bey gewaltsamer Bewegung des Wassers, z. B. beym Rudern und Segeln, leichter bemerkt werden können.

Auch die Zeit möchte, sagt Wåström, zu diesen Erscheinungen eine bedeutend mitwirkende Ursache herbeyführen. Es werde dieser Schein am meisten gerade in der Zeit gesehen, wenn Wasser und Luft nach und nach von Wärme zur Kälte übergehen; und da sich diese Erscheinungen nur unter einigen Graden der Kälte, am besten, wie man sage, bey

grauer Kälte und trübem Wetter zeige: so könnte man auf die Vermuthung gerathen, daß der Meerschein von nichts andern, als von unzählbaren, feinen, unaufgelöseten Eisnadeln herrühre, welche, indem sie bewegt werden, sich umdrehen und zergehen, ihre eigenen Lufttheilchen in und unter einander verbreiten. Dieser Gedanke stütze sich nicht nur darauf, daß alle krystallisirten Körper stärker Licht verbreiten und ausströmen, sondern auch auf die Meinung einsichtsvoller Naturforscher, daß gewisse Scheine, als Nebensonnen, Höfe u. s. f. die sich nicht leicht zu einer andern Zeit, als wenn sich das Wetter breche, zeigten, von den in der Atmosphäre befindlichen Eisnadeln herrührten. Etwas Eis zeige eben diese Eigenschaft. Wenn man bey Nacht eine Wake haue und hernach darin rühre, oder die Eisschollen herauswerfe, so verbreite sich ein blaßblaues, liebliches, ziemlich starkes Licht, welches diesem Scheine völlig ähnlich sey. Das Eis verliere aber diese Eigenschaft, wenn es einige Zeit zu Tage gelegen habe.

Diese angeführte Erklärung möchte vielleicht genügen; aber aus der Jahrszeit folge noch ein Umstand, der bey der Erklärung dieses Scheines nicht übergangen werden dürfe. Ohne gerade eine Gleichheit desselben mit dem stärkern Lichte im Weltmeere, vorzüglich unter den Wendekreisen, zu suchen, dürfe man nicht außer Acht lassen, daß, wie der Ritter Eckeberg in seiner ostindischen Reise im Jahre 1771 und 1772. anführe, dort einige Insekten, Polypen, Medusen und andere schleimige Körper im Kielwasser zu liegen und zu leuchten pflegten. Eben so enthalte in dieser Jahrszeit die Ostsee eine Menge schleimiger Körper, die sich auf ihre Oberfläche erheben, und vielleicht eben so wie jene zum Leuchten gebracht werden könnten. Unzählig viele Meeresprodukte, Gras, Bodengewächse und ehemahls lebende Seegewürme seyen dann in ihrer Auflösung begriffen. Zu ihren Grundbestandtheilen gehöre der Lichtstoff eben so gut, als bey dem Lebenden des Trockenen, und indem dieser dann in seiner uranfänglichen Beschaffenheit zurückgehe, könnte er sehr wohl sichtbar werden.

werden. Es sey bekannt, wie viele Körper in ihrer Auflösung und Verwesung die seltsame Eigenschaft besitzen, einen Schein und Licht um sich zu verbreiten; ja daß sogar ihre feinsten aufgelöseten Theile in eine Art von Flamme oder Brand übergehen, wie z. B. die Irrlichter. Falle nun solche Witterung ein, daß diese flüssigen aufgelöseten Materien im Wasser zusammenlaufen und sich krystallisiren müßten, so sey dieß wiederum ein Grund, woraus sich jene Erscheinung erkläre.

Daß der Schein dieses schwachen Feuers auch elektrisch seyn könne, sey durch sichere Beobachtungen ausgemacht, eben so, daß es immer einfallende Ost- oder Nord-Ostwinde bedeute. Es verhalte sich damit, wie mit verschiedenen Luftscheinen, als dem Blinken und dem Seescheine, welche gemeiniglich den stärkern Ausbruch dieses Windes, mit Niederschlag und Unwetter verbunden, und die sichersten Merkmahle seyn, daß die elektrische Materie vor und mit dem Verbreiten dieses Windes in besonderer Verbindung stehe.

Da man über das Leuchten des Seewassers noch nicht aufs reine gekommen ist, so muß eine jede Beobachtung über diese Erscheinung allerdings sehr willkommen seyn. Herr Mithell meldet in einem Briefe aus Neuyork an Herrn Barton in Philadelphia, daß er am 13ten Nov. 1800, einem sehr heißen Tage, Abends um 7 Uhr aus seinen Fenstern eine auffallende leuchtende Erscheinung am Ufer des Meeres wahrgenommen habe. Es war Fluth und das Wasser 210 Fuß entfernt. Das ganze Ufer schien mit glühenden Kohlen, die beständig Funken sprühten, bedeckt zu seyn, das Wasser bewegte sich schwach nach dem Lande zu, wie mit flammenden Wellen, und wenige Ruthen unter dem Wasser zeigten sich glänzende Erscheinungen von außerordentlicher Helligkeit. Nachdem Herr Mithell an den Strand ging, fand er den Sand mit Mollusken bedeckt, und zwar größten Theils mit der Medusa simplex, welche die zurücktretende Fluth zurückließ, und von welchen noch Tausende lebten.

Hieraus schließt nun Herr **Mithell**, daß sehr wahrscheinlich das Leuchten des Meerwassers von dergleichen Thierchen herrühre, besonders da er gefunden hatte, daß dergleichen Thiere das Vermögen besäßen, das Licht eine Zeit lang nach ihrer Willkür zurück zu behalten.

Merkur. (Zus. zur S. 550. Th. III.) **Vidal** hatte aus Beobachtungen schließen wollen, daß sich Merkur in 16 oder 24 Stunden um seine Achse drehe. Herr **Schröter** hat aber nähere Beobachtungen am Merkur angestellt, und daraus fast apodiktisch bewiesen: 1) daß sich Merkur so wie unsere Erde in 24 Stunden 0 M. ein Mahl um seine Achse drehe, und zwar bis höchstens auf etliche Minuten völlig genau; 2) daß sein Naturbau dem der Venus durchaus vollkommen ähnlich sey so wohl in Absicht des Körpers als der Atmosphäre; 3) daß auch dieser Planet seine höchsten Gebirge in der südlichen Halbkugel habe, so wie unsere Erde, der Mond und Venus; 4) daß das Verhältniß der Höhe seiner höchsten Gebirge zu seinem Durchmesser eher noch etwas größer, als das der Gebirgshöhen des Mondes und der Venus sey.

Die Hauptbeobachtung, welche diesen Sätzen zum Grunde liegt, ist vom 26. März 1800. Als Herr **Schröter** den Merkur in Ansehung seines atmosphärischen Lichtabfalls beobachten wollte, stieß ihm die unerwartete Entdeckung auf, daß ihm bey sehr heiterer Luft sein südliches Horn Abends um 7 Uhr eben so abgerundet ins Gesicht fiel, als bisweilen das gleichfalls südliche der Venus; das nördliche Horn hingegen zeigte sich mit einer hervortretenden scharfen Spitze. Am Abend des 27. März um 6 Uhr 30 Minuten fand er das südliche Horn wieder eben so, wie $23\frac{1}{2}$ Stunde vorher, aber nicht völlig so stark abgerundet. Um 7 Uhr 5 Min. bis 25 Min. hingegen erschien es wieder völlig so stark, als Abends vorher um die nämliche Zeit abgerundet, das nördliche hingegen wieder mit derselben vortretenden Spitze; dieß Alles fand auch Herr **Harding** eben so gewiß und sicher mit dem 7füßigen Reflektor, wie es Herr **Schröter** mit dem 13füßigen gesehen

gesehen hatte. Am 31. März Nachmittags um 1 Uhr 6 Min. sahe **Schröter** mit dem 10füßigen Dollond von 4 Zoll Oeffnung in der Mittagsfläche den Merkur bey heiterer Luft im schärfsten reinsten Bilde, an beyden Hörnern spitzig, aber am südlichen nicht völlig so spitzig, sondern am äußern Rande ein Paar Ungleichheiten, den Dörfelschen Randgebirgen im Monde ähnlich. Des Abends war die Luft zu Beobachtungen untauglich, indeß ließ sich doch zuweilen etwas von der gewöhnlichen Abrundung des südlichen Hornes bemerken. Den 1. Apr. 30 Stunden nach jener Meridianbeobachtung, nämlich 7 Uhr 30 Min., aber war bey guter Luft das südliche Horn zum dritten Mahl wieder ganz so stark abgerundet, das nördliche aber spitzig. Herr **Harding** bemerkte in der Folge noch, daß die Abrundung während der Beobachtung wirklich zugenommen habe, und beym Schlusse derselben am stärksten gewesen sey.

Metalle. (Zus. zur S. 552. Th. III.) Zu diesen hier angeführten Metallen sind in den neuesten Zeiten noch folgende entdeckt worden: **Chromium, Columbium, Tantalum, Tellurium.**

(Zus. zur S. 558. Th. III.) Herr **Lentin** zu Göttingen wollte gefunden haben, daß die Metalle in Lebensluft nicht schmelzten.

Da diese Anzeige für die ganze physische Chemie sehr wichtig war, so unternahm es Herr Prof. **Schmidt** zu Gießen, die Versuche des Herrn **Lentin's** auf die nämliche Art zu wiederhohlen; allein die Resultate, welche er erhielt, fielen gänzlich verschieden von **Lentin's** seinen aus. In der Folge setzte er diese Versuche fort, indem er bloß den Apparat hierzu etwas abänderte, wodurch dieselben noch überzeugender wurden. Er konnte bey allen diesen Versuchen nichts weiter bemerken, als daß alle Metalle, wenn man sie fein zertheilt in dephlogistisirter Luft der Glühehitze aussetzt, sich sehr schnell und stark verkalken, und durch die auf ihrer Oberfläche alsbald erzeugte Rinde von dem Kalk am Zusammenfließen gehindert werden, wenn man dieß nicht

durch eine beständige Erschütterung des Apparats zu befördern sucht.

Meteorologie. (Zus. zur S. 569. Th III.) Durch 22jährige Beobachtungen, welche Lamark*) täglich drey Mahl angestellt, hatte er wahrgenommen, daß zwar der Mond auf die Atmosphäre einen Einfluß habe, aber umsonst konnte er seine Beobachtungen mit den Syzigen und Quadraturen des Mondes in Verbindung bringen, so daß er daraus keinen Erklärungsgrund für die Witterungsveränderungen im Mondlaufe finden konnte. Er sah daher auf die Erleuchtungsgränze des Mondes, wodurch sein Stand gegen Sonne und Erde bestimmt wird, auf seine Mittagsbahn, und auf den Stand desselben in seiner Bahn, da der Einfluß im Perigeo an Intension zunehmen, im Apogeo abnehmen muß. Wirklich hatte er das Vergnügen, in seinen meteorologischen Beobachtungen sehr ausgezeichnete Hinweisungen auf diese Principien zu finden. Allein die häufigen Ausnahmen und Widerstreite machten ihn mißtrauisch, und brachten ihn von der ganzen Materie ab. Indeß verglich er doch noch alle großen Veränderungen im Zustande der Atmosphäre mit der Abweichung des Mondes, und fand fast immer seine Grundsätze bestätigt. Endlich fand er auch, daß die häufigen Störungen, welche die erwarteten Resultate verändern, die Haupteinwirkung des Mondeinflusses auf den Zustand der Atmosphäre doch nicht so sehr verstellen, daß man ihn nicht wirklich noch erkennen und ohne Irrthum bezeichnen könnte. Er stellt daher folgende Principien über diesen wichtigen Gegenstand auf, auf welche ihn die Resultate seiner Beobachtungen geleitet hatten.

1) Man muß die Ursachen der regelmäßig veränderten Wirkungen des Mondes auf unsere Atmosphäre in seiner Abweichung vom Aequator suchen.

2) Die bestimmbaren Umstände, welche zur Vermehrung oder Verminderung des Mondeinflusses in seinen verschiedenen Deklinationen beytragen, sind: die Erdferne oder Erdnähe

*) Journal de Physique. Tom. III. p. 428 sqq.

nähe des Mondes, seine Oppositionen und Conjunktionen mit der Sonne und die Sonnenwenden und Nachtgleichen.

Diese Principien wendet **Lamark** so an: man weiß, daß der Mond nach jedem Durchgange durch den Aequator ungefähr 14 Tage in der südlichen oder nördlichen Hemisphäre verweilet. Jeder Mondenmonath läßt sich folglich, da er einem Umlaufe des Mondes im Thierkreise entspricht, in zwey bestimmte Perioden theilen, welche zwey besondere atmosphärische Constitutionen veranlassen. Die erste derselben nennt er die nördliche, wenn der Mond die sechs nördlichen Zeichen des Thierkreises durchläuft, die zweyte die südliche, während deren der Mond in den sechs südlichen Zeichen des Thierkreises verweilt.

In Ansehung der nördlichen Constitution hat ihn die Beobachtung gelehrt, daß während einer nördlichen Constitution in unserm Klima, besonders Süd-, Süd-West- und Westwinde herrschen. Zuweilen gehen sie im Sommer in Süd-Ost über. Das Barometer steigt während dieser Constitution im Ganzen genommen nur selten. Gewöhnlich ist während derselben die Witterung regnig und feucht, die Luft mit vielem Gewölk beladen, und es entstehen in ihr besonders leicht Stürme und Gewitter, wenn die Ursachen dazu vorhanden sind.

In Ansehung der südlichen Constitution sind die herrschenden Winde Nord und Nord-West; im Sommer Nordost und selbst Ost; das Barometer steigt ziemlich stark, wenn nämlich der Wind nicht sehr heftig ist. Das Wetter ist gewöhnlich hell, kalt und trocken, und im Sommer entstehen selten Gewitter.

Da **Lamark** fast bey jeder Wendung des Mondes, nachdem er die größte Deklination erreicht hatte, Veränderungen im Zustande der Atmosphäre bemerkte: so war er lange der Meinung, daß die beyden atmosphärischen Constitutionen jedes Monaths mit den Wendepunkten der Nordbahn anfingen, und von einem bis zum nächsten dauerten; vielleicht sey dieß auch nicht ohne Grund. Da es jedoch nach seinen

meisten Beobachtungen gewiß sey, daß der Mond nur nach Maßgabe seiner Näherung nach dem Aequator auf eine bestimmtere Art Veränderungen in dem Zustande der Atmosphäre hervorbringe: so habe er es für besser befunden, den Anfang jeder atmosphärischen Constitution in die auf- oder niedersteigenden Aequinoctien des Mondes zu setzen. Doch unterschieden sich diese beyden atmosphärischen Constitutionen nicht immer so charakteristisch durch den Zustand des Luftkreises, wie sie sollten. Die atmosphärische Luft sey eine so bewegliche Flüssigkeit, daß man sich nicht wundern dürfe, wie unter gemäßigten Himmelsstrichen, wo der Einfluß der Himmelskörper weniger stark, als zwischen den Wendekreisen sey, verschiedene sehr veränderliche Ursachen den regelmäßigen Einfluß des Mondes durchkreuzen und die Wirkungen desselben verhüllen oder aufheben könnten.

Die hauptsächlichsten dieser veränderlichen Ursachen, d. h. solche, welche den Mondeinfluß auf die Atmosphäre verstärken oder schwächen; sind nach **Lamark** 1) die Oppositionen und Conjunktionen des Mondes mit der Sonne, welche nicht in gleichen Deklinationen des Mondes eintreten; 2) die Erdnähe und Erdferne des Mondes; 3) die Aequinoctien der Sonne und der Sonnenwenden, deren Einfluß von den Theilen jeder Hemisphäre, welche von der Sonne Licht bekommen, abhängt; 4) die Verschiedenheiten in der Art, wie das Sonnenlicht auf die Oberfläche der Erde wirkt; denn bald fällt es ohne Hinderniß auf die Oberfläche der Erdkugel und erzeugt Wärmestoff, welchen die Bewegung der Erde modificirt; bald aber auch wird das Licht durch vieles Gewölk verhindert, in gerader Richtung auf die Erde zu fallen, und da Wärmestoff hervorzubringen; 5) die langsame Zubereitung und Bildung der Gewitter in gewissen Gegenden, die, wenn sie ausbrächen, in eben diesen Gegenden eine gewisse Stockung in der atmosphärischen Luft hervorbringen, und die Luft, welche durch den Einfluß des Mondes bewegt ist, zwingen ihren Lauf zu verändern und sich über fremde Gegenden zu ergießen. Nachher veranlaßt der Ausbruch

eines

eines Gewitters, während der Dauer desselben, eine plötzliche Verdichtung der Luft an dem Orte, wo das Phänomen vorgeht, eine Art von Leere in der Atmosphäre, welche die Luft anderer Regionen in ihre Stelle zu treten veranlaßt, und dort der durch den Einfluß des Mondes bewegten Luft einen Ablauf öffnet. Daher kommt es, daß man nach einem Gewitter gewöhnlich sagt, die Luft hebe sich.

Nach diesen Vorstellungen hat **Lamark** wirklich einen meteorologischen Kalender für das 8te Jahr der franz. Republik berechnet, und ihn unter folgendem Titel herausgegeben: Annuaire météorologique pour l'an VIII. de la Republique françoise etc. à Paris. in 16.

Es würde zu voreilig seyn, sogleich über Herrn **Lamark's** Witterungstheorie das Urtheil zu fällen, da allerdings mehrere Jahre erfordert werden, um sie mit dem Erfolge vergleichen zu können. Indessen scheint doch schon die Vergleichung der von **Lamark** vorher bestimmten Temperaturen für die 6 ersten Monathe des 8ten Jahres der Republik, welche **Cotte** *) mit den wirklichen Beobachtungen angestellt hatte, kein günstiges Vorurtheil für diese Theorie zu geben.

Mikroskope. (Zus. zur S. 580. Th. III.) Die gewöhnliche Methode, zu einfachen Mikroskopen Glaskügelchen zu verfertigen, war diese: aus weichem weißen Krystallglase an der Flamme einer Lampe einen Faden zu ziehen, und das Ende desselben zu einem Kügelchen zu schmelzen. **Nicholson** β) bemerkt aber, daß das Krystallglas Bley enthalte, wodurch es beym Ziehen geneigt werde, durch Reduktion des Bleyes undurchsichtig zu werden, wenn man nicht bey der Behandlung alle Sorgfalt anwende. Er finde, daß das harte Glas, woraus man die Fensterscheiben mache, gewöhnlich ganz vortreffliche Kügelchen gebe. Dieses Glas sey an den Kanten von einem hellen, sehr durchsichtigen Grün. Er schnitt an der Seite einer Glasscheibe einen Streifen ab, der noch keinen Zehntelzoll breit war, und hielt ihn am obersten

*) Journal de physique. Tom. VII. p. 358.
β) Journal of natural philos. Vol. I.

obersten Ende senkrecht vor die Lampenflamme eines Löthrohres, so daß sie ungefähr einen Zoll über den untersten Enden desselben spielte. Als das Glas schmolz, senkte sich der unterste Theil ungefähr 2 Fuß durch sein eigenes Gewicht herab, wo es an einem dünnen Glasfaden, der ungefähr $\frac{1}{500}$ eines Zolles im Durchmesser haben mochte, hängen blieb. Ein Theil dieses Fadens an den untersten blauen Theil der Flamme einer Lampe gehalten, wurde, ohne daß man das Löthrohr brauchen durfte, an seinem Ende weißglühend, und schmolz hier in ein kleines Kügelchen zusammen, das man allmählich und regelmäßig gegen die Flamme hinrückte, ohne es jedoch in die Flamme selbst zu bringen, bis das Kügelchen die gehörige Größe erlangt hatte. So wurde eine ganze Anzahl verfertiget, und als man die Bilder in ihrem Brennpunkte mit einer stark vergrößernden Linse untersuchte, zeigten sie sich als recht hell, ganz rund und vollkommen.

Mondkarten. (Zus. z. S. 664. Th. III.) Der Bürger la Lande hat eine Abbildung des Mondes stechen lassen, auf welche einer von den Flecken mit dem Nahmen Vulkan bezeichnet ist. Es ist derjenige Punkt, wo man drey bis vier Mahl zu verschiedenen Zeiten ein besonderes Licht wahrgenommen hat. Auch führt er eine Beobachtung von Carochez, einem Optiker und Mitgliede der Commission für die Meereslänge zu Paris, an, der neuerlich ein ähnliches Licht an der nämlichen Stelle bemerkt hat.

N.

Neigung der Magnetnadel. (Zus. zur S. 724. Th. III.) Borda hat ein ganz neues Inclinatorium angegeben, welches dem Herrn von Humboldt bey seiner Abreise von Paris von dem Bureau des longitudes, für welches le Noir dasselbe verfertiget hatte, abgetreten wurde. Die Einrichtung dieses Instrumentes ist folgende: der Azimuthalzirkel hat 0,5 Metres im Durchmesser, die Nadel 0,3 Metres Länge; und die Theilung des senkrechten Kreises gibt

mit

mit Hülfe der Loupe, mit Gewißheit von 5 Decimal-Minuten. **Borda** betrachtete dieses Instrument als das erste, das sichere Inclinationen angebe, da alle übrigen, welche uns so viel irrige Zahlen geliefert haben, nicht genau in die wahre Ebene des magnetischen Meridians gestellt werden können. Um dieß bey dem senkrechten Kreise des **Borda'**schen zu bewerkstelligen, gibt es mehrere Methoden: 1) man sucht mittelst einer mit Dioptern versehenen Magnetnadel Gegenstände im magnetischen Meridiane auf, und ruckt den Kasten, der den vertikalen Kreis enthält, so, daß man durch zwey daran befestigte Diopten dieselben Gegenstände wahrnimmt; 2) oder man nimmt correspondirende Inclinationshöhen westlich und östlich vom Magnetmeridiane, und findet daraus diesen mit Hülfe des angebrachten Azimuthalkreises, indem die Cotangenten der Inclinationen den Cosinussen des magnetischen Azimuths der Nadel proportional wachsen; 3) oder man sucht die kleinste Inclination, indem man nach und nach das Instrument um den Azimuthalzirkel dreht; 4) oder man sucht den Punkt, in welchem die Nadel genau vertikal steht; 100 Decimalgrad weiter, auf dem Azimuthalkreise gerechnet, hat man genau den magnetischen Meridian. Gibt diese letztere Methode nicht denselben magnetischen Meridian, als die erste oder dritte, so kann man überzeugt seyn, daß entweder der Compaß nicht genau horizontal gestellt ist, oder daß beyde Enden der Nadel von ungleicher Schwere sind.

P.

Parkersche Maschine. (Zus. zur S. 793. Th. III.) Herr Dr. Fierlinger *) hat eine bequeme Art angegeben, kohlensaure mineralische Wasser nachzumachen. Alle bisherige Methoden, sagt er, erforderten zum Theil einen kostspieligen Apparat, zum Theil befand sich bey ihnen die Luft im ausgedehnten Zustande, so daß sie sich nicht hinlänglich mit dem Wasser verbinden konnte. Diesen Fehler suchte man nun auf folgende Art abzuhelfen: Er füllte gewöhnliche runde

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. I. S. 64 ff.

runde Flaschen mit Wasser an, stürzte sie vorsichtig um, damit keine Luft in selbige hineinkam, stellte sie auf einen einfachen Apparat, dergleichen **Bergmann** beschreibt und abgebildet hat, und füllte diese so gestellte Flasche auf eben die Art, wie **Bergmann**, mit kohlensaurem Gas an, das er aus dem zu Wien gewöhnlichen Küchensande mit etwas wenigem Vitriolöhl entwickelte. Wenn die Flaschen mit Gas voll und von Wasser folglich ganz leer waren, verstopfte er sie unter Wasser mit einem Stöpselventil, nahm sie vorsichtig vom Apparate weg, indem er den Hals der Flasche in ein kleines Gefäß unter Wasser steckte, und tauchte sie dann unter Wasser in einen eigenen cylindrischen hohen, fast röhrenförmigen Topf, der 2 Fuß hoch und dem Durchmesser der Flasche gemäß weit ist, um bey einer geringern Menge von Wasser nach hydrostatischen Gesetzen einen großen Druck anbringen zu können. Die auf solche Art mit kohlensaurem Gas gefüllten und so ganz unter Wasser getauchten Flaschen saugen sich, vermöge der Verwandtschaft des kohlensauren Gas zum Wasser, mit diesem beynahe ganz voll an. Auf diese Art erhält F. ein Wasser, das gleichen Cubikinhalt Gas in gleichem Cubikinhalt Wasser enthält; denn das Wasser ist in den Raum des Gas gedrungen. Es ist ziemlich stark, und kann noch stärker gemacht werden.

Diese Methode hat nebst der Bequemlichkeit und Wohlfeilheit noch die Vortheile, daß sich bey selbiger die Luft im compressiven Zustande befindet, und daß der Druck nach Belieben vermehrt werden kann, je nachdem er die Flasche mehr oder weniger untersucht, und daß das Wasser in den Gefäßen, aus welchen es getrunken wird, selbst bereitet werden kann, weil bey dem Umgießen desselben desto mehr verloren wird, je stärker das Wasser ist.

Die Stöpselventile sind genau an die Flaschen passende, der Länge nach durchbohrte und ausgefeilte Korkstöpfel, deren obere Oeffnung mit einem zinnernen Blättchen bedeckt wird, welches mit einem Faden an den Stöpsel befestigt ist, indem man es durchbohrt, und den Faden durchzieht. Wenn dieses

ses Blättchen oben mit einem Grübchen versehen wird, in welches man alkoholisirte oder andere Eisenfeilspäne legt, so wird das Wasser eisenhaltig, und zwar so stark, daß es mit geistiger Galläpfeltinktur einen schwarzen Niederschlag gibt, und einen starken Eisengeschmack bekommt.

Diese Eisenwasser sind nun auch ein Beweis, daß die Ventile gut schließen, und daß sich folglich wirklich gleicher Cubikinhalt Luft in gleichem Cubikinhalte Wasser befinde; denn schließen sie nicht genau, so bekommt das in den Topf vorgeschlagene Wasser eine spielende Haut oben auf, welches nicht geschieht, wenn die Ventile genau passen.

Das auf diese Art bereitete Wasser ist schon ziemlich an Gas und Eisen reichhaltig, aber es kann durch wiederhohltes Schwängern noch reichhaltiger gemacht werden.

Perkinismus. (N. A.). Eine Erfindung von Dr. Perkins zu Painfeld in Connekticut, welche darin besteht, vermittelst zweyer Metallnadeln, deren eine aus weichem nicht magnetisirten Eisen, die andere aus Messing besteht, Entzündungen, Schmerzen und andere Nervenkrankheiten zu heilen. Ueber die muthmaßliche Wirkungsart dieses Instruments führt Abildgaard an, daß es größten Theils als Leiter für die, entweder im Körper des Kranken oder des Operateurs durch die Ausdünstung erweckte Elektricität wirkt, und so ein Gleichgewicht zwischen den sich im Körper vielleicht befindenden entgegengesetzten Elektricitäten hervorbringt, welches nicht anders erfolgen kann, ohne daß im kranken Theile Veränderungen vorgehen, welche den galvanischen und elektrischen Wirkungen gleichen. Daß der thierische Körper als Leiter der Elektricität keine in ihm erweckte Elektricität behalten könne, werfe seinen Schluß nicht über den Haufen. Diese Wirkung könne nämlich vielleicht gleich der des Zitterfisches und den Galvanismus im Körper so gebunden seyn, und eine so geringe Intensität besitzen, daß eine unmittelbare Berührung mit Metall, als dem vollkommensten Leiter, nothwendig sey, wenn sie in Bewegung gesetzt würde. Er beruft sich hier auf einige Versuche.

M. f.

M. f. Phyf. Oecon. og Med. Chirurg. Bibliothek. B. XIII. 1798.

Phosphoren. (Zuf. zu S. 869. Th. III.) Es ist bekannt, daß die unter das Kieselgeschlecht gehörende Steine, vorzüglich Quarze, an einander gerieben im Dunkeln ein sehr starkes phosphorisches Licht und einen besondern Geruch von sich geben, welcher letztere sich sowohl von dem eigenthümlichen phosphorischen, als dem, welchen elektrisirte Körper äußern, unterscheidet. Dem Herrn Prof. Schmidt in Gießen, welcher über diese phosphorescirenden Bestandtheile des Quarzes chemische Untersuchungen anstellte, schien der Geruch mit dem Geruche eines starken Höhenrauches viele Aehnlichkeit zu haben, und benannte ihn daher mit dem Nahmen des brenzlichen. Er und einer seiner Freunde in Darmstadt glaubten auch diesen brenzlichen Geruch an den unter Wasser geriebenen Kieselsteinen, wiewohl etwas schwächer, bemerkt zu haben, und Herr Schmidt hat nachher diese Erfahrung durch mehrere Versuche bestätigt gefunden. Aus der Elektricität ließen sich diese Erscheinungen nicht wohl erklären; wenigstens müßte hierbey die Elektricität nach ganz besondern, bisher nicht bekannten Sätzen, unter dem Wasser entwickelt werden. Auch war er nie im Stande, an geriebenen Quarzen die mindeste Spur von Elektricität mit sehr empfindlichen Werkzeugen zu erkennen. Dessen ungeachtet schien der starke Geruch der geriebenen Kieselsteine zu beweisen, daß außer dem Lichte irgend ein anderer Stoff frey werde. Seine Vermuthungen gingen daher um so mehr auf das Daseyn des Grundstoffes einer luftförmigen Flüssigkeit, und insbesondere der Stickluft; weil Dolomieu in seiner Abhandlung über die Zerlegung der zusammengesetzten Steine *), es sehr wahrscheinlich macht, daß Kieselerde, so wie wir sie in der Zusammensetzung der mineralischen Körper antreffen, keine einfache Substanz mehr sey, sondern innigst mit der Basis einer oder mehreren luftförmigen Flüssigkeiten vereinigt, und eben dadurch in dem größten

*) Gren's Journal der Phys. B. I. S. 297 ff.

ten Theil der mineralischen Säuren unauflöslich sey. Es erhielt derselbe, da er in Gesellschaft des Herrn Pelletier 20 Quentchen klein gestoßenen Quarz mit 2 Unzen festen Aetzstein im Glühefeuer zusammengeschmolzen. 22 Cubikzoll phlogistisirte, 12 Cubikzoll inflammable und 5 Cubikzoll fixe Luft aus der schmelzenden Masse. Die letzte schreibt er dem Laugensalze, die beyden ersten dem Quarze zu, und nimmt zu ihrer gemeinschaftlichen Basis einen entzündlichen Stoff im Quarze an. Theils um diese auf Versuche gegründete Meinung von Dolomieu weiter zu prüfen, theils und vorzüglich um auszumachen, ob irgend ein mit der Kieselerde verbundener flüchtiger Stoff die Ursache der Phosphorescenz der Quarze sey, stellte Schmidt die folgende Untersuchung an, wodurch, wie er glaubt, unwidersprechlich erwiesen werde:

1) Daß der Grundstoff der Stickluft in genauer Verbindung mit der reinen Kieselerde einen Bestandtheil des Quarzes oder überhaupt des Kieselgeschlechtes ausmacht.

2) Daß durch das Reiben der Kieselsteine an einander dieser Grundstoff zum Theil entbunden, und dadurch Licht und Geruch erzeugt werde.

3) Daß diese Kieselerde bloß der Verbindung mit diesem Grundstoffe, ihre Unauflöslichkeit in Säuren und Laugensalzen auf dem nassen Wege verdankt.

Was nun die Natur dieses flüchtigen Stoffs betrifft, so glaubt Herr Schmidt, daß er kein einfacher, sondern zusammengesetzter Körper sey: 1) weil geriebene Quarze Licht und Geruch zugleich äußern, und wir bis jetzt keine einzige Erfahrung haben, welche bewiese, daß reines Licht auch den Sinn des Geruchs afficire; 2) weil der Quarz durch Beraubung jenes flüchtigen Stoffes leichter wird, und zu gleicher Zeit eine ponderable Luft entwickelt, das Licht aber nach allen bisherigen Erfahrungen sich als eine imponderable Substanz äußert.

äußert. Es scheint daher Herrn **Schmidt** der eine Bestandtheil des mit der Erde im Quarz gebundenen Stoffes Licht zu seyn, den andern aber nennt er noch vor der Hand x, ob es gleich nicht an Meinungen über die Natur dieses x fehle. Nach **Lavoisier** ist nämlich dieser Stoff der Stickstoff. Herr **Schmidt** scheint aber dieser Meinung nicht unbedingt beyzuflichten, weil sie sich bloß auf die Hypothese von der Zusammensetzung der Salpetersäure aus Sauerstoff und Stickstoff gründet, und nur durch eine einzige Erfahrung des **Cavendish** veranlaßt worden sey. Diesen Versuch des Herrn **Cavendish** hatte Herr **Schmidt** mehrmahls wiederhohlt, und sich dadurch immer fester überzeugt, daß die Elektricität hierin bey der hervorgebrachten Salpetersäure eine sehr wesentliche Rolle spiele. Nach Hrn. **Göttling** besteht die Stickstoffluft aus Licht und Sauerstoff. Hiernach wäre also des Herrn **Schmidt** x der Sauerstoff. Er muß indeß bekennen, daß ihm **Göttling's** Theorie im Allgemeinen bis jetzt eben so wenig begründet scheine, wie die Lavoisiersche.

Herr **Kulme** [α]) hat über die Einwirkung der Hitze und Kälte auf das von **Canton's** Lichtmagneten eingesogene Sonnenlicht einige Versuche und Bemerkungen gemacht, von welchen Einiges angeführt zu werden verdient. Seinen Versuchen gemäß fand er,

1) daß ein mäßiger Grad Wärme die Lebhaftigkeit des von dem Phosphor eingesogenen Lichtes erhöht.

2) Daß bey einem höhern Grade von Wärme das Licht gänzlich erlöscht.

3) Daß latentes eingesogenes Licht durch Wärme erregt, und in den Zustand des Leuchtens versetzt wird.

4) Daß Kälte das eingesogene Licht zum Erlöschen bringt.

Photometer. (Zus. zur S. 886. Th. III.) Der Herr **Leslie** [β]) gibt ein neues Photometer an, welches auf dieselbe Art, wie sein von ihm erfundenes Hygrometer (s. Hygrometer

α) Philosophic. Transact. 1802.

β) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. III.

meter in diesem Bande) verfertigt wird, nur muß die obere Kugel aus schwarzem Glase geblasen oder schwarz gefärbt werden, und die andern ganz durchscheinend und frey von Flecken und Bläschen seyn. Die erstere verschluckt das auf sie fallende Licht, während die letztere es ungehindert durchgehen läßt. Das Licht aber bringt, nach dem Verhältnisse seiner Absorption, Wärme hervor, es sey nun, daß es durch Vereinigung mit Körpern den Wärmestoff erst bildet, oder daß es im Acte seiner Verbindung die Wärme nur thätig macht. Obgleich die schwarze Kugel beständig neue Wärme zugeführt erhält, so wird doch ihre Temperatur nicht gleichförmig und beständig erhöhet werden, weil endlich die umgebende Luft die Wärme genau in dem Maße fortleitet, wie sie sich anhäuft. Daher wird das Fallen der Flüssigkeit in der Röhre den momentanen Zufluß des Lichtes messen. Um die unregelmäßigen Einwirkungen der Winde, die das Zerstreuen der Wärme beschleunigen könnten, zu hindern, wird das Instrument in ein cylindrisches, wohl abgerundetes, recht helles hermetisch geschlossenes Glasgehäuse eingeschlossen, welches zugleich den Nutzen hat, durch Hemmung der Cirkulation in der umgebenden Luft die Wirkung des Instrumentes zu verdoppeln. Die Weite dieses Glascylinders ist ziemlich gleichgültig, nur muß er um die Kugeln herum, wenigstens $\frac{1}{10}$ Zoll und oberhalb wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll vom Photometer abstehen. Die Größe und Gestalt desselben sind von so wenig Einfluß, daß er in einem Recipienten von 2200 Zoll kaum um $\frac{1}{10}$ weniger Wärme, als in einem Recipienten von der vorhin angegebenen Größe erhielt.

Leslie verfertigte ein solches Photometer zuerst im Herbste 1797, und er ist seitdem mit seiner Einrichtung und Empfindlichkeit sehr zufrieden gewesen. Es mißt nicht allein die direkten Strahlen der Sonne, sondern auch das reflektirte Himmelslicht. Für jede Veränderung in der Atmosphäre ist es empfindlich, und zeigt die Zunahme und Abnahme des Tageslichtes, und die periodische Vermehrung und Verminderung in der Lichtstärke nach der Jahrszeit. Auch dient es,

andere Lichtarten zu schätzen. Durch Vergleichung zweyer Photometer ist es leicht, das Verhältniß zu bestimmen, in welchen zwey verschieden gefärbte Stoffe das Licht reflektiren, absorbiren und durchgehen lassen, und zu untersuchen, ob die Lichttheilchen über das Farbenbild des Prisma überall mit gleicher Intensität zerstreuet werden. Ferner mißt dieses Photometer die Lichtmenge, welche verschiedene durchsichtige Körper durch sich hindurch lassen, oder welche von polirten oder rauhen Oberflächen bey verschiedenen Einfallswinkeln reflektirt und absorbirt wird.

Pyrometer. (Zus. zur S. 60. Th. IV.) Herr **Wedgwood** α) machte im Jahre 1782 ein Pyrometer bekannt, welches allen andern den Vorzug streitig macht. Es gründet sich auf das Vermögen des Thons, in der Hitze zu schwinden, ohne sich durch plötzliche Erkältung wieder auszudehnen. Auf eine messingene Platte sind messingene Stäbe gelöthet, die etwas schräg gegen einander laufen, und so eine allmählich enger werdende Nute bilden, in welche die zum Gebrauche dienenden thönernen Cylinder hinein geschoben werden. Um nun den Grad der Hitze eines Ofens zu messen, legt man einen thönernen Cylinder hinein und wirft ihn sogleich, nachdem er die Hitze des Ofens angenommen hat, in kaltes Wasser. Der Cylinder geht desto tiefer in die Nute des Pyrometers hinein, je schmäler er durch die Hitze geworden ist. An der Stelle, wo der Cylinder stehen bleibt, steht auf den Stäben eine Zahl, die den Grad der Hitze angibt. **Wedgwood** verschwieg aber die Masse seiner Pyrometercylinder. Herr **Gazeram** β) in Paris hielt es daher der Mühe werth, über die Verfertigungsart derselben eine Reihe von Versuchen anzustellen.

Da er aus **Vauquelin's** Analyse der **Wedgwood'**schen Pyrometerkörper ersehen hatte, daß er auf eine Mischung aus 25 Theilen Alaunerde, 65 Theilen Kieselerde und 10 Theilen Wasser hinarbeiten müsse: so versuchte er verschiedene Mischun-

α) Philos. Transact. Vol. LXXII und LXIV.
β) Annales de chimie. Tom. XXXVI. p. 100.

Mischungen aus reiner Alaun- und Kieselerde, und aus fein zerstoßenem Bergkrystalle oder weißem Sande, mit französischem Thon, der 0,3 bis 0,4 Alaunerde enthielt, weitläuftige und mühsame Versuche, die ihm nebenher auf Porzellan und Fayencemischungen von weit wohlfeilerer Art als die üblichen führten. Unter allen Thonarten fand er den weißen, der am reichsten an Alaunerde ist, zu den Pyrometerkörpern am geschicktesten. Der, dessen er sich bedient, enthält in 100 Theilen an Alaunerde 34,09, an Kieselerde 43,11, Wasser 19,25, Kalkerde 2,3, Eisenoxyd 0,75. Von diesem durch das feinste Sieb geschlagenen Thone wurden, dem Gewichte nach, 150 Theile mit 63 Theilen geschlemmten und fein zerstoßenen Sandes von Fontainebleu vermischt, damit die Bestandtheile in dem vorhin angegebenen Verhältnisse standen. Er goß 200 Theile Wasser darüber, und ließ die Masse 20 Tage lang stehen, wobey sie täglich ein Mahl umgerührt wurde. Darauf knetete er sie täglich unter einander, damit sie sich durchaus gleichförmig mischte, ließ sie so weit trocknen, bis von den 200 Theilen Wasser 170 verloren waren, und formte sie dann in cylindrischen Formen aus verzinntem Bleche zu kleinen Stäben von 15 Millimetres Durchmesser und Höhe. In diesen Formen wurden sie 2 Stunden lang durch ein Gewicht von 2 Kilogrammen zusammengepreßt, dann herausgenommen, und in einer Ofenhitze von 40° Reaum. 24 Stunden lang getrocknet. Alsdann adjustirte er sie nach Wedgwood's Art, so daß sie genau dem Nullpunkte seiner Skale zwischen die Lineale hineinpaßten.

Zwey seiner so bereiteten Pyrometerkörper, die bis auf ein Centigramm einerley Gewicht mit den englischen hatten, wurden zugleich mit zwey Wedgwood'schen in einem verschlossenen Tiegel $1\frac{1}{2}$ Stunde lang einer sehr starken Hitze ausgesetzt. Die beyden Wedgwood'schen gaben diese Hitze eines zu 158, das andere zu 160° an; seine beyden, eins zu 159, das andere zu 160°; eine außerordentliche Uebereinstimmung, da er häufig zwischen verschiedenen Wedgwood'schen Cylindern Unterschiede von 4,6, ja 9° gefunden hat. In

dieser Hitze, welche hinreicht, Eisen in Gußstahl zu verwandeln, und der die besten hessischen Tiegel nicht widerstehen, zeigten seine Pyrometerkörper auch keine Spur von Verglasung.

Die Thonerde unterscheidet sich von allen andern Körpern dadurch, daß sie durch die Wärme nicht ausgedehnt, sondern enger zusammengezogen wird. Die Ursache hiervon hat man bisher nicht ergründen können, bis Fourcroy aus einer Beobachtung schloß, daß sie als der Anfang einer Schmelzung zu betrachten sey, welche Vermuthung sich in Folge durch mehrere Versuche bestätigt hat. Eine große Menge mit Wedgwood's Pyrometer angestellter Versuche haben aber gezeigt, daß selten die Zusammenziehung den eigentlichen Grad der Hitze angegeben hat; denn einige von den Thoncylindern waren in der Mitte, und andere an den Enden mehr zusammengezogen, und so gab also das Instrument die Resultate nur von ungefähr an.

Herr Cavallo hat ein Werkzeug angegeben, welches solche Zusammenziehungen auf ähnliche Art zu messen verstattet, und welches einen merklichen Vorzug vor dem Wedgwood'schen hat, nicht so plump und sehr tragbar ist. Ueberdieß kann die Theilung mit Cavallo's Werkzeuge viel weiter getrieben werden, als mit dem Wedgwood'schen.

Cavallo's Werkzeug besteht aus zwey messingenen Scheiben und zwey Linealen, die sich in einander verschieben lassen. Die eine Seite dieser Lineale ist in 30 Theile des englischen Zolles eingetheilt, und die andere dient als Nonius zu kleinern Abtheilungen.

M. s. Voigt's neues Magazin. B. V. S. 129 f.

Q.

Quecksilber. (Zus. z. S. 80. Th. IV.) Nach einer Nachricht aus dem Intelligenzblatte der Jenaischen allgemeinen Litteraturzeitung (N. 16. 1805.) soll der Herr Apotheker Buchholz zu Erfurth eine Entdeckung gemacht haben, das Quecksilber auf eine weit leichtere Art zum Gefrieren zu bringen.

R.

R.

Regen. (Zus. zur S. 187. Th. IV.) Der Herr von Arnim *) hat die Resultate der bisher entworfenen Theorien über die Entstehung des Regens gesammelt, und geprüft. Das erste Erforderniß ist hierbey eine bequeme Uebersicht aller Antworten auf die wichtige Frage: in welchem Zustande hat sich das Wasser, welches wir an Schnee, im Regen u. s. w. aus der Atmosphäre herabfallen sehen, vorher darin gefunden? Die erste Eintheilung böthe sich uns dar, je nachdem die Physiker entweder nur einen oder mehrere Zustände desselben angenommen hätten. Zu den erstern gehörte de Saussüre und fast alle ältern Physiker; zu den letztern vorzüglich de Lüc, da er beyde Zustände, als Wasserdunst und in Luft verwandelt, als unabhängig von einander betrachte; auch Zylius, in so fern er glaube, daß das Wasser nach seiner Abscheidung aus der Luft noch lange als Wasserdunst darin bleiben könne. Nach der verschiedenen Art, wie das Wasser verändert seyn könne, ergebe sich außerdem die folgende Eintheilung der Systeme:

Das Wasser ist in der Atmosphäre

1) verändert
   a) durch Verbindung
      α) mit einem darstellbaren Stoffe, nämlich der atmosphärischen Luft (Saussüre und andere);
      β) mit einem nicht darstellbaren, hypothetischen Stoffe
         aa) mit Wärmestoff
         bb) mit Elektricität
         cc) mit Feuer und einem aerisirenden Stoffe (de Lüc)
   b) durch Zerlegung
      α) in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas
      β) in Stickgas u. s. w.
2) unverändert (System der Adhäsion, der mechanischen Zertheilung fast aller ältern Physiker.)

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. IV. S. 308 ff.

Die Meinung von der feinen Zertheilung des Wassers in der Luft habe keine Anhänger mehr, und auch keinen haltbaren Grund, da eine der gewaltsamsten Erklärungen, daß das Wasser in der Luft, welches keine der Eigenschaften des Wassers mehr zeige, doch noch unverändert wäre, zu seiner Begründung erfordert werde.

Die Zersetzung des Wassers nach der Lavoisier'schen Theorie, könnte nur durch einen ähnlichen Zwang auf die Meteorologie angewendet werden, da man weder da, wo Wasser entstand, vorher Wasserstoffgas fand, noch die den Regen begleitenden Umstände einer Verbrennung ähnlich sehen. Diese Zersetzungstheorie könnte indessen doch wohl einer Modification fähig seyn, wodurch sie wiederum der Untersuchung empfohlen würde. Schon der Herr von **Humboldt** habe aus der Menge von Wasserstoffgas vermuthet, die bey vielen Prozessen in der Natur sich entwickelte, und doch nicht in der Luft angetroffen werde, daß dieses sich mit dem Stickgas in einer noch unbekannten Verbindung befinden möchte. Vielleicht, daß dieses Stickgas eben so wirke, wie die Kohle in Verbindung mit dem Wasserstoffe und die Verbindung mit dem Sauerstoffe zu Wasser, ohne vorhergehende Temperaturerhöhung vermittelt.

Viel größere Wahrscheinlichkeit habe das von **Mayer** angegebene Zersetzungssystem in Stickgas gehabt, so lange **Wiegleb's**, **Wurzer's** und anderer Versuche sich bestätigt hätten; seitdem diese aber besonders durch den Herrn von **Hauch** widerlegt worden, bleibe auch diese Theorie ohne Nutzen.

Die Verbindung mit dem Wärmestoffe mache das ältere de Lüc'sche System aus, und sey ein Theil des neuern; auch **Zylius** nehme diesen Zustand des Wassers nach der Trennung von der Luft an. Da aber bis jetzt den Wärmestoff Niemand kenne, so wolle er, um Irrthum zu vermeiden, das Produkt seiner Verbindung Wasser nennen. Es sey der Wasserdampf eine luftförmige Flüssigkeit, in welche sich das Wasser ohne Hinzukommen eines andern Stoffs

bey

bey einem durch den Luftdruck bestimmten Wärmegrade verwandle, und welche das Eigenthümliche habe, zersetzt zu werden, wenn man bey dem Wärmegrade, bey dem sie sich erzeugte, den Druck vermehre, oder bey unverändertem Drucke, bey dem sie sich bildete, die Wärme vermindere. Diese Eigenschaft, welche alle Physiker dem Wasserdampfe beylegten, finde sich bey jenem, welchen die angeführten Meteorologen annähmen, gar nicht. Nach de Lüc sollte er die Ursache der Hygrometerveränderungen seyn. Das Hygrometer zeige aber diese in einer Temperatur, und bey einem Luftdrucke, wobey kein Wasserdampf vorhanden sey; außerdem setze sich auch bey jeder Temperatur nur ein Theil des in der Luft enthaltenen Wassers ab. Dieser Stoff könne daher kein Wasserdampf seyn. Dasselbe gelte auch auf das, was de Lüc zu seiner Vertheidigung gegen diesen Einwurf anführe, der sich jedem sogleich als eine bloße Annahme aufdringen müsse. Die Luft soll nach ihm durch ihre Umhüllung diesen Wasserdunst gegen ihren eigenen Druck schützen. Ihm scheine hierin ein Widerspruch zu liegen.

Sey es angenommen, daß bey dem Luftdrucke und bey der Temperatur der Luft an der Erde das Wasser noch nicht permanent dampfförmig seyn könne, und wir stellten damit die allgemeine Ursache der Wärmeverminderung, je höher wir steigen, zusammen, nämlich die Vermehrung der Wärmecapacität derselben Luftart, nach dem Verhältnisse ihrer Verdünnung, so werde auch das Wasser in keiner Höhe permanent dampfförmig seyn; nur örtliche Ursachen würden es in Dampfgestalt verwandeln.

Nehme er aber einen Wasserdunst bey jeder Temperatur an, so habe freylich Zylius der Erfahrung gemäßer angenommen, so lange das Wasser noch in Luftform sey, wirke es nicht auf das Hygrometer, und er gestehe, daß sich Lichtenberg um die Hygrometrie sehr verdient gemacht haben würde, wenn er, statt bey dieser Stelle seinem Gegner den Verstand abzusprechen, de Lüc gegen diesen Einwurf vertheidigt hätte, insbesondere da er hauptsächlich der einzige und Haupteinwurf

des Herrn Zylius gegen de Lüc sey. Sey aber, wie er glaube, erwiesen, daß der Wasserdampf, welcher von den Physikern in so vielen Verhältnissen untersucht sey, nicht, wie de Lüc behaupte, die Ursache der Hygrometerveränderungen seyn könne, weil diese vorgingen, wo jener gar nicht existiren könne: so sey dieß schon eine Lücke in jenem Systeme, die nicht leicht ausgefüllt werden könne.

Dieß führe ihn unmittelbar auf die Frage, wie das Hygrometer afficirt werde? Daß das Wasser jene Veränderungen hervorbringe, nehme er als erwiesen an; die Meinungen seyn nur darin getheilt, ob sich das Wasser chemisch mit den hygrometrischen Substanzen verbinde, oder ob es sich bloß anhänge, und sich in die Zwischenräume lagere. Saussüre und de Lüc entschieden für die chemische Wirkung, Zylius für die bloße Adhäsion. Die erstern hätten alle Analogie mit den Salzhygrometern für sich, die sich chemisch mit dem Wasser verbänden, und dem Gange der Haarhygrometer und anderer sich näherten; ferner die gewaltsame Wirkung befeuchteter hygroskopischen Stoffe, z. B. die Trennung von Steinmassen durch angefeuchtete Keile; endlich der Verlust aller Eigenschaften, den das Wasser durch diese Verbindung erleide. Die Gründe des Herrn Zylius dagegen, 1) daß in jeder chemischen Verbindung der Körper, der als Bestandtheil mit andern Körpern chemisch vereinigt werde, dadurch die Aeußerung seiner charakterischen Wirkungen verliere; und 2) daß diese Verbindung durch keine physische Kraft aufgehoben, und dem Körper seine vorigen eigenthümlichen Beschaffenheiten wieder gegeben werden könnten, dieses aber bey dem Wasser in hygrometrischen Stoffen nicht der Fall sey, daß daher, wenn Buchsbaum und Elfenbein sich wie ein Schwamm zusammen drücken ließen, das Wasser sich eben so daraus herstellen würde: — diese Einwürfe bedürften eigentlich als bloße Hypothese, gar keiner Widerlegung. Doch füge er noch hinzu, daß, wenn wir uns an einer hygroskopischen Substanz befeuchteten, zwey Fälle eintreten könnten: entweder wir nähmen Wasser hinweg, wel-

ches

ches bloß dem Stoffe adhärire, so wie schwefelsaure Kalkerde mit Schwefelsäure befeuchtet werden könne; oder wir entrissen das Wasser durch chemische Anziehung, und der Druck darauf sey nur nöthig, um die beyden Körper in eine vollkommenere Berührung zu bringen. Ein Schwamm vereinige beydes, ein Theil des Wassers sey mit ihm chemisch verbunden, ein anderer hange bloß in seinen vielen Höhlungen; eben daher könne auch dem Schwamme durch bloßen Druck nur dieser Theil des Wassers genommen werden. Aber weil das Hygrometer das Wasser chemisch binde, so brauche es darum noch nicht chemisch einem andern Körper, z. B. der Luft, das Wasser zu entziehen; es wäre daher immer noch unbestimmt: ob es bloß das Wasser, wie Zylius meine, anzeige, welches sich aus der Luft auf irgend eine Art abgeschieden habe, oder ob es auch Wasser dadurch anzeige, daß es dasselbe abscheide? Er glaube das letztere mit Grunde bejahen zu können. Wenn wir in eine Luft, die im Mittel der Feuchtigkeit sich befinde, die also durchaus noch keine Feuchtigkeit absetze, sondern sie noch begierig verschlucke, ein bis zum Trockenpunkte zurückgebrachtes Hygrometer setzten: so steige dieses, es verbinde sich Wasser damit. Dieser Versuch beweise die Abscheidung des Wassers durch hygroskopische Substanzen hinlänglich; zugleich widerlege er auch die Gründe des Herrn Zylius gegen das Hygrometer überhaupt, die nicht bloß die Hygrometrie zu modificiren, sondern gänzlich aufzulösen droheten.

Das Aufsteigen des Wassers durch die Verbindung mit Elektricität, oder mit elektrischer Materie, behauptete zuerst Beccaria. Der Herr von Arnim behauptet aber, daß diese Verbindung völlig unbekannt, mithin die ganze Erklärung bloß hypothetisch sey.

Herr de Lüc nehme nach seinem neuesten Systeme eine Verbindung mit Feuer und einer dritten aerisirenden Substanz zu Luft an. Wasser und Feuer, sagt de Lüc, sind allen Luftarten gemein; jenes ist der wägbare Theil derselben, und sie unterscheiden sich nur durch das Verhältniß dieser Bestand-

stand-

standtheile und durch den aerisirenden Stoff. Das Hygrometer zeige dieses Wasser nicht an, sondern nur das als Dampf darin enthaltene. Allein wir hätten schon vorher gesehen, daß sich gegen diese letztere Vorstellungsart sehr gegründete Einwürfe darböthen, daß dadurch die de Lüc'sche Theorie den Erklärungsgrund für die Hygrometerveränderungen verliere; nicht so unmittelbar lasse sich etwas gegen de Lüc's eigentliches System sagen.

Daß es nicht durch Versuche begründet sey und überhaupt dadurch nicht begründet werden könne, folge schon daraus, weil jene Stoffe nicht wägbar und nicht dargestellt wären; daß es aber leicht sey, durch solche Stoffe zu erklären, sey eben so gewiß. Er würde daher keinen Augenblick anstehen, wenn keine darstellbare Stoffe zur Erklärung der meteorologischen Erscheinungen, wenn selbst ein hypothetischer Stoff dazu nicht genügte, sich zu de Lüc's Theorie zu bekennen.

Vielmehr ist der Herr von Arnim geneigt, seine Zuflucht zu dem Auflösungssystem zu nehmen. Denn wenn das Wasser weder unverändert noch als Dampf in der Atmosphäre sich befinden könne, und es den Grundsätzen einer richtigen Naturbetrachtung widerspreche, die Verbindung mit hypothetischen Stoffen anzunehmen: so bleibe uns nichts übrig, als die Auflösungstheorie. Er sagt, Herr de Lüc hat diese Theorie nicht in ihren Gründen, sondern in ihrer Anwendung auf die meteorologischen Erscheinungen bestritten. Insbesondere stellte er dieselben zwey Beobachtungen auf dem Buat (S. 171.) entgegen. Diese Luft ward nämlich immer trockner, je höher er stieg. Gegen diese Beobachtungen erinnert aber von Arnim Folgendes: sie seyn nicht gleichzeitig an den beyden Orten angestellt; sie stimmten nicht mit den oft wiederhohlten Versuchen Saussüre's überein; und endlich könnten sie nichts ausmachen, weil die Luft, welche einen Berg umgebe, sehr verschieden von der übrigen seyn müsse, so wie überhaupt die Luft um jeden hygroskopischen Körper. Da nun Herr de Lüc ferner wahrnahm, daß, ungeachtet der Trockenheit auf dem Berge, sich in dieser Gegend Wolken

ken zusammengezogen, worauf es stark regnete; wobey sich aber der Stand des Hygrometers unter dem Obdache nicht sehr veränderte: so schloß er daraus, daß also, um Feuchtigkeit aus der Luft abzuscheiden, diese nicht bis zum Maximum feucht zu seyn brauche. Der Herr von Arnim erinnert aber dagegen: es fehle uns an Beobachtungen, ob dünnere Luft, als die mittlere an der Erde, das Hygrometer auch bey ihrer größten Feuchtigkeit bis zu dem in jener bestimmten Maximum erheben könne. Aber wenn sich auch dieß nicht fände, so bildete sich der Regen doch immer nicht da, wo das Hygrometer beobachtet wurde, und der Wind hätte schon abgeschiedene Feuchtigkeit in Wolken dahin treiben können.

Ein dritter Einwurf werde von der Menge des herabfallenden Regens hergenommen. Wenn man auch annehme, daß die Temperaturveränderung groß genug sey, und ein Theil der obern Luft das Maximum übersteige und Wasser abscheide, wie wolle man die große Menge erklären, die wir herabfallen sehen? Hier müsse auf die absolute Menge von Wasser in der obern Luft, also auch auf den Wärmegrad, und was nicht vergessen werden müsse, auch auf die Verdünnung gesehen werden. Die Wärme vermehre das Wasserfassungsvermögen der Luft, die Verdichtung vermindere es. Die Wirkung der letztern sey nicht genau bestimmt, Saussure selbst habe erst spät in der Meteorologie Gebrauch davon gemacht. Für die erstere habe Saussure eine Tafel aus Versuchen berechnet. Nach ihr sey bey 30° des Reaum. Thermometers und 98° des Hygrometers der Wassergehalt nur 20,7 Gran; wie viel geringer sey er daher nicht in jenen kältern obern Luftschichten! Indessen sey es merkwürdig, daß in Rücksicht des Wassergehalts der Luft die ältern Versuche so sehr von den Saussure'schen abwichen. Auf den Brander'schen Hygrometern sey angemerkt, daß man zwey Gran Wasser im Cubikfuße Luft für jede 3 Grad des Hygrometers rechnen könne, und dieses sey in 360° eingetheilt. Freylich verdienten hier Saussure's sorgfältigere Versuche mehr Zutrauen;

trauen; auch lasse sich diese Schwierigkeit ohne Zwang und ohne der Auflösungstheorie zu widersprechen, erklären.

Wenn wir nun hiernach einen Ueberschlag machten, wie viel Wasser bey einer Regenbildung von 800 Fuß Höhe, wenn jeder Cubikfuß nur 3 Gran dazu im Durchschnitte liefere, ohne Wind und herangetriebene Wolken sich niederschlage: so gebe das 24000 Gran oder $4\frac{1}{8}$ Pfund auf jeden Quadratfuß. Rechneten wir nun 100 Regentage auf 1 Jahr, und den Cubikfuß Regenwasser 70 Pfund, so mache das über 416 Pfund auf einen Quadratfuß, oder 5,9 Cubikfuß, und ein mehr als doppelt so hohes jährliches Regenmaß, als die Erfahrung gebe. Eine Rechnung, wodurch die Auflösungstheorie völlig gegen alle Gegenrechnungen Lichtenberg's geschützt sey.

Ungeachtet diese Theorie durch die bisherigen Einwürfe nicht erschüttert worden, so sey sie doch eben so wenig beendiget, wie alle andere Theile der Physik. Sie habe noch viele und große Lücken. Dazu rechne er das den specifisch leichtern Körpern ähnliche Schweben der Wolken, ihr Sinken und Steigen nach den Veränderungen der Atmosphäre, da die Erklärung des Herrn Zylius, der sie mit Wasserdampf füllte, nicht angenommen werden könne. Versuche mit Platten, die, wenn sie auf einer Seite mit Stanniol belegt waren, auf der andern Seite nicht bethauet wurden, machten es wahrscheinlich, daß hierbey Elektricität wirksam sey, und daß Wolke und Erde sich erst vereinigten, wenn sie aufhörten gleich elektrisirt zu seyn, oder entgegengesetzt elektrisch würden; wonach auch die Schnelligkeit, mit der sie herabstiegen, sich richten werde. Diese elektrische Entgegensetzung finde besonders beym Hagel und bey Gewitterregen Statt. Jener sey fast immer negativ, und er stürze so schnell aus der Höhe herab, daß er statt aufzuthauen durch die schnelle Verdunstung noch mehr gefriere. Die scharfsinnige de Lüc'sche Erklärung der Wolken, daß sie eben so wie die Nebel über kochendem Wasser wechselnd sich bildeten und auflöseten, möge allerdings in manchen Fällen richtig seyn; aber

immer sey sie nicht sicher. Davon könne uns die Beständigkeit der Gestalt mancher Wolken überzeugen.

Auch Herr Parrot nimmt zur Erklärung des Regens das Auflösungssystem an. Nach der von ihm entworfenen Theorie der Ausdünstung und Niederschlagung des Wassers (m. s. Ausdünstung in diesem Bande,) macht er sich von dem Proceß des Regens folgende Vorstellung. Erfahrungen würden uns künftig noch zeigen, ob die Elektricität der Wolken ganz allein aus der Erde durch die Dünste komme, oder ob sie noch durch Modifikationen des Sauerstoffgehalts, oder durch Veränderungen der Temperatur erzeugt werde. Für jetzt sey es gewiß, daß jedes Dunsttheilchen eine Portion Elektricität der Erde entziehe und den Wolken zuführe, mithin, daß die Wolken und vor ihrer Bildung die in ihrer Gegend mit Wasserdunst geschwängerte Atmosphäre Behältnisse von thätiger Elektricität seyn, welches ohnehin tausend Erscheinungen und Versuche bewiesen, und daß die Elektricität bey jeder Entladung oder Uebergange Sauerstoffgas zersetze. Diese Art von Zersetzung sey es, welche die Natur zur Hervorbringung aller großen und aller plötzlichen Wassermeteore anwende, so wie sie die andern Zersetzungen auf der Oberfläche der Erde für die kleinern und langsamern brauche.

An warmen Frühlings- und Sommertagen dunste die Erde ungemein stark aus. Die Pflanzendecke hauche bey Tage Sauerstoffgas in großer Menge aus, bey Nacht aber Luftsäure. Bey Nacht nehme also die Ausdünstung ab, die Dünste stiegen nicht, sondern schlügen sich in Gestalt von Nebeln nieder, welche die niedrige Atmosphäre erfüllten, und nicht steigen könnten, weil die mit ihnen vermischte Luft das ganze Gemisch von Luft und Dunst schwerer mache, als die übrige atmosphärische Luft. Bey Tage hingegen werde die unterste Luftschichte dadurch leichter, daß die erneuerte Erzeugung des Sauerstoffgas die chemische Ausdünstung wieder herstelle, folglich die unterste Luft elastischer mache. Die Temperatur trage nicht wenig dazu bey, diesen Unterschied am specifischen Gewichte noch größer zu machen. Es müsse demnach

nach bey Tage ein beständiges Aufsteigen des Sauerstoffgas mit den Dünsten Statt finden, während bey Nacht die schwere Luftsäure nicht steigen könne. Es häufe sich also das Sauerstoffgas mit dem Dunste und mit der Elektricität in großer Menge in den Wolkenregionen an. Daher der geringe Gehalt an Sauerstoffgas in den niedrigen Luftschichten im Sommer, unerachtet dessen sehr häufiger Erzeugung. Diese Anhäufung desselben in der Wolkenregion könne viele Tage lang dauren, ehe eine Trübung entstehe, weil die große Menge des Sauerstoffgas Alles aufgelöset erhalte, und dessen Auflösungsvermögen durch keine Temperatur merklich leide. So würde es einen ganzen Sommer lang dabey bleiben können; beständige Ausdünstung, beständige Entziehung des Sauerstoffgas, das die Dünste auflöse; und die ganze Natur würde unter dem beständig heitern Himmel verschmachten und welken, wenn nicht die obere Luftregion endlich mit Elektricität überladen würde. So bald dieses geschehe, verändere sich die Scene. Eine Entladung, durch irgend einen Zufall bewerkstelligt, erzeuge vielleicht weit am Horizonte eine Zersetzung einer Portion vom Sauerstoffgas. Diese Zersetzung bewirke einen Niederschlag. Anfangs sey es immer ein Pünktchen.

Aber die Entladungen erneuerten sich, weil durch den Niederschlag der Dünste die entgegengesetzte Elektricität entstehe. Bald folgten sie Schlag auf Schlag, aber noch schwach. Der Punkt am Horizonte vergrößere sich. Schon sey er eine Wolke, die rings um sich die Luft entlade und Sauerstoffgas zersetze. Die Wolke verdichte sich, und könne nicht mehr schweben: Tropfen fielen. Durch die Fortsetzung des Processes erweitere sich die Wolke und dadurch ihr Wirkungskreis. Die Entladungen und ihre Folgen nähmen mit der Oberfläche zu; die Wirkungen würden zu Ursachen, und so wachse das Meteor. Der Horizont sey bald in Wolken und Regen ganz gehüllt. Das Sauerstoffgas und die Dünste würden in ungeheurer Menge zersetzt, die Luft verliere beträchtlich an Volumen; es drängen sich also die nachbarlichen

Atmosphären an. Gehe vollends in einer derselben ein ähnlicher Proceß vor, so sehe man die Gewitterwolken sich der sie umgebenden Luft nähern, und die Entladungen verdoppelten sich im Zwischenraume. Beyde hätten gleiche Elektricität, aber die Luft dazwischen die entgegengesetzte. Daher das Aufhören der Blitze im Berührungspunkte, wenn die Wolken sich vereiniget hätten. Ein drittes Gewitter ziehe vielleicht den Horizont herauf. Nun würden die nachbarlichen Atmosphären noch mehr angelockt. Sie stürmten mit Orkans Gewalt herbey, um durch ihr Stürzen in diese fürchterliche Zersetzung, den großen Proceß noch zu vergrößern. Das einzige Stickgas leide selbst keine Veränderung. Es sey der Schauplatz dieses Kampfes, und weiche, wenn es zu sehr ins Gedränge komme, durch seine größere Leichtigkeit nach oben hin. So gehe es fort, bis entweder die ganze Gegend auf viele Meilen umher von Elektricität, Sauerstoffgas oder Dünsten entladen sey, oder vielmehr bis durch die Zersetzungen eine isolirende Hülle von Stickstoffgas um die Wolke entstanden sey. Da dieser Proceß, wie man sehe, die benachbarte Atmosphäre plündere, so sey die große Wassererzeugung, die auf einzelne Stellen sich ergieße, leicht zu erklären. Eine Quadratmeile auf der Erdoberfläche, erhalte demnach das Wasser, welches vielleicht 100 Cubikmeilen Luft enthielten, und man sehe daraus, wie unnöthig es sey, wahre Verwandlungen der Luft in Wasser anzunehmen; indem es ziemlich schwer seyn würde, das dazu erforderliche Wasserstoffgas herbeyzuschaffen. Denn obgleich einiges, besonders in heißen Tagen, allerdings erzeugt werde, so sey es immer sehr wenig, und es sey kein vernünftiger Grund da, der ihm seine Stelle gerade in der Wolkenregion anweisen sollte, da sein specifisches Gewicht noch vielleicht 6 bis 7 Mahl geringer sey, als das Gewicht der dortigen Luft. Wollte man sagen, daß eine zufällige Mischung desselben mit Luftsäure, oder gar Phosphorgas ihm das gehörige Gewicht geben, so hätte man am Ende nur eine Hypothese, welche auf sehr wenige Fälle anwendbar wäre, dahingegen die bisherige

Erklärung auf Thatsachen sich gründe, welche erwiesen und füglich Statt fänden.

Stelle man sich diesen ganzen Proceß nicht rasch, nicht mit diesen gewaltigen Ausbrüchen begleitet vor, so habe man eine sehr passende Vorstellung des Processes, der den mäßigen anhaltenden Regen erzeuge. Denn die Erfahrung beweise, daß jeder Regen mit mehr oder weniger Elektricität, gerade nach Verhältniß der Schnelligkeit der Entstehung begleitet sey. Gewitter ohne Regen fänden wahrscheinlich nie Statt, es müßte denn der Fall eintreten, daß Elektricität ohne Dünste sich anhäufte, welches aber noch nicht erwiesen sey. Falle der Regen auch nicht gerade da, wo das Gewitter sey, so empfange ihn eine andere Stelle, wohin ihn der Wind getrieben habe.

Rückschlag. (Zus. zur S. 283. Th. IV.) Die Entdeckungen des Lord **Mahon** über den Rückschlag sind so wichtig, daß sie jeden Physiker aufmuntern sollten, sie zu wiederhohlen. Der Herr **Hube** schlägt hierzu eine Leidner Flasche vor; allein Herr **Heller** zu Fulda bemerkt, daß dieß nur Versuche gebe, die klein ausfallen und nicht instruktiv werden, und **Mahon's** Apparat ist etwas kostbar. Herrn **Heller** glückte es zufälliger Weise, die Erscheinungen des Rückschlages sehr deutlich darzustellen. Er brauchte hierzu nichts, als eine Elektrisirmaschine und eine isolirte Wetterstange, eben dieselbe, womit er die atmosphärische Elektricität untersucht hat. Unter dem Artikel **Elektricitätszeiger** (S. 22. Th. II.) ist diese Vorrichtung beschrieben und Fig. 5. abgebildet. Die Einrichtung auf dem Kabinette zu Fulda ist nun so getroffen, daß die Elektrisirmaschine an dieser Vorrichtung steht, so daß der eine der obern Conduktoren etwa nur 18 Zoll von der Auffangestange, und zwar von demjenigen Theile, der ins Kabinett hineingeht, entfernt ist. Es steht daher dieser Theil der Auffangestange in dem Wirkungskreise der Elektrisirmaschine. Von dem Reibzeuge herab hängt **Heller** eine metallene Kette an den Ableiter, um das nach-

zumachen,

zumachen, was die ältern Schriftsteller Bodendraht nannten. Als dieß einmahl so vorgerichtet war, und aus dem Conduktor der Elektrisirmaschine die Funken schnell ausgezogen wurden, fuhren unvermuthet zwischen der Kugel der Auffangestange und des Ableiters eben so rasche Funken, welche seine ganze Aufmerksamkeit rege machten. Ohne diesen Zufall würde er wahrscheinlich nie auf den Gedanken gerathen seyn, ihm den Rückschlag so wohlfeil zu machen, als er solcher Gestalt dazu gekommen ist.

Die Bedingungen hierbey sind, daß die Elektrisirmaschine die größte Wirkung thue, die sie nur thun kann. Bey einer etwas ungünstigern Wirkung, oder, wenn die Elektrisirmaschine, aus was immer für einer Ursache, nicht zum Besten geht, findet er es vortheilhaft, unter das vordere Ende des Conduktors eine Kugel in die passende Schlagweite zu stellen, einen Draht an sie zu befestigen, und diesen mit demjenigen Drahte zu verbinden, der vom Reibzeuge herabgeht; sodann die Kugeln der Auffangestange und des Ableiters einander etwas näher zu rücken, als vorher, da kein Rückschlag erfolgen wollte. Seine Versuche sind folgende:

1) Ist eine Kette mit ihrem einen Ende am Reibzeuge, mit dem andern an die Kugel des Ableiters befestigt, und man berührt, auf einem Isolirschemel stehend, zugleich mit der einen Hand die Kugel des Ableiters, und mit der andern die Kugel der Auffangestange: so bekömmt man eine sehr unangenehme Erschütterung, wie aus einer Flasche, so oft der Conduktor der Elektrisirmaschine einen Funken losschlägt.

2) Mit dem nämlichen Erfolge ging dieser Erschütterungsschlag durch eine Kette von 24 Personen, wenn auch Niemand isolirt war, ja, wenn die beyden Kugeln bis auf 12 Zoll Abstand von einander gebracht wurden. Die Kraft des Schlages schien mit der Vergrößerung des Abstandes zu wachsen.

3) Der vorige Erfolg hat Statt, wenn man die ans Reibzeug befestigte Kette an die Kugel der Auffangestange hängt.

4) An die Kugel der Auffangestange so wohl, als an die des Ableiters wurde ein kleines linnenes Fädchen geklebt. Beyde Fäden hoben sich gegen einander, wenn ein Funke zwischen beyden übersprang.

5) Der Knopf einer leidner Flasche wurde zwischen die beyden vorbenannten Kugeln gehalten. So oft ein Rückschlag erfolgte, sah man zu beyden Seiten des Flaschenknopfs Strahlen oder Funken, deren Richtung sich freylich nicht sehen ließ. Die Flasche wird aber keines Weges geladen, so daß man etwa beym Entladen wieder einen Funken erwarten dürfte, selbst dann nicht, wenn der Rückschlag einige Mahl durchpassirt ist, so klein auch die Flasche seyn mag.

Da aber dennoch die innere Belegung der Flasche bey diesem Versuche nicht geradezu im Wirkungskreise der Elektrisirmaschine stand, so schien sie ein dienliches Mittel zu seyn, zu untersuchen, von was für einer Art der jedes Mahl zwischen den beyden Kugeln überspringende Funke wäre, positiv oder negativ, im Fall sie nur ein wenig afficirt würde: denn das konnte und mußte sie doch wohl immer werden, wenn auch nicht so sehr, daß beym Appliciren eines gewöhnlichen Ausladers ein Funken sichtbar würde. Zu diesem Behufe wurde folgender Versuch angestellt, und mehrere Mahl in zwey Jahren wiederhöhlt.

6) Erster Fall. Die ans Reibzeug befestigte Kette hänge am Ableiter.

a) Die Flasche zwischen den Kugeln der Auffangestange und des Ableiters gehalten, ohne jedoch eine derselben zu berühren, bekommt rechts und links an ihrem Knopfe Funken. Den Flaschenknopf an die mittlere Zinnplatte des Cavallo'schen Mikroelektroskops gehalten und die Kugel zurückgeschlagen, zeigt es sich, daß die innere Belegung der Flasche + E bekommen hat.

b) Es war aber auch seine Absicht, von jeder der beyden Kugeln Funken oder Fünkchen in die Flasche zu bekommen, um sie auf das vorbenannte Mikroelektroskop zu probiren; z. B. von der Kugel der Auffangestange. In diesem Falle mußte die

die Kugel des Ableiters wenigstens 2 bis 3 Zoll von jener Kugel entfernt werden, dennoch bekommt alsdann die Flasche schwache Funken. Hält man aber mit einer Hand die Flasche nahe an die Kugel der Auffangestange, und faßt den Ableiter mit der andern Hand an: so bekommt die Flasche stärkere Funken, und zwar — E.

c) Hält man den Knopf der Flasche nahe an die Kugel des Ableiters, nachdem die der Auffangestange ebenfalls 2 bis 3 Zoll weit von jener entfernt worden: so bekommt die Flasche ohne weitere Vorrichtung gute Funken + E.

7) Zweyter Fall. Die ans Reibzeug befestigte Kette hänge an der Auffangestange.

a) Die Flasche zwischen die beyden Kugeln gehalten, ohne eine zu berühren, bekommt, so oft ein Rückschlag erfolgt, am Knopfe rechts und links Funken und zwar + E.

b) Die Flasche nahe an die Kugel der Auffangestange gehalten, nachdem zuvor die Kugel des Ableiters 2 bis 3 Zoll entfernt worden, bekommt gute Funken + E.

c) Die Flasche nahe an die Kugel des Ableiters gehalten, nachdem zuvor die Kugel der Auffangestange einige Zoll weggeschoben worden, bekommt — E.

Ruß. (Zus. zur S. 287. Th. IV.) Der Herr Professor Parrot [*]) prüfte verschiedene Rußarten durch Erhitzung und durch Vermischung mit Weingeist und Wasser.

Er erhitzte eine eiserne Platte bis zur Rothglühehitze, und legte darauf Glanzruß aus einem Schorsteine, wo nichts als Tannen, Birken und Erlenholz gebrannt wird. Bey dessen Erhitzung trieb er starke Blasen und entzündete sich, so bald man ihm eine Flamme näherte. Die Entzündung war wie von einem schlechten Harze, dauerte auch nach der Entfernung der fremden Flamme fort. Zuweilen geschah auch Entzündung ohne Zutritt der Flamme. Nach ihrem Erlöschen glühete die Masse noch schwach. Der Rückstand war einer Schlacke ähnlich, voll von Blasen, nicht vollkommen schwarz,

*) Voigt's Magazin; B. III. S. 496 ff.

schwarz, glänzend, zerreiblich, einem groben Kohlenpulver ähnlich, nur rauher anzufühlen; kurz es war Kohle mit vieler Asche.

Eine ähnliche Portion dieses Rußes in Weingeist gelegt, lösete sich auf und erzeugte bald eine schöne dunkelrothe Tinktur. Eine gleiche Portion dieses Rußes in Wasser gelegt, wurde nicht aufgelöset. Erst nach langer Zeit färbte sich das Wasser schwach schmutzig gelb. Es verhielt sich also der Glanzruß in diesen beyden Flüssigkeiten so wie auf der glühenden Platte, als ein Harz. Der Rückstand des gebrauchten Glanzrußes aus dem vorigen Versuche sank im Wasser und Weingeist, färbte aber keins von beyden.

Eine Portion Flugrußes aus demselben Schorsteine entzündete sich auf der glühenden Platte gerade wie der Glanzruß, lieferte eine noch lebhaftere Flamme, und hinterließ eine Kohle, die von der des Glanzrußes nicht zu unterscheiden war.

Eine Portion dieses Flugrußes in Wasser, Weingeist und Brannteweín gelegt, lieferte sehr bald eine schwarzrothe Tinktur, in allen drey Flüssigkeiten von gleicher Stärke. Goß er Weingeist auf den Bodensatz des in Brannteweín gelegenen Flugrußes, so erhielt er eine der des Glanzrußes ähnliche Tinktur, nur dunkler und flüssiger. Der Flugruß betrug sich also hier völlig wie Mischungen aus Harz und Gummi.

Gemeiner Kienruß auf der glühenden Platte erhitzt, glühte schwer, langsam und theilweise. Bey Annäherung einer Flamme entstand eine fast unmerkliche Flamme, die sogleich verschwand und nicht wieder erschien. Der Rückstand sah ganz wie der gemeine Kienruß aus, war nur etwas rauher anzufühlen. Hier und da bemerkte man einige Theile einer blendend weißen Asche untermischt.

Gemeiner Kienruß mit Wasser geschüttelt, mischte sich gar nicht, sondern schwamm oben. Mit Weingeist gemischt, sank er sogleich schnell unter. Nach und nach bekam der Weingeist eine gelbgrünliche Farbe, und floß wie ein sehr dünner Lack, dessen Klebrigkeit indeß nur gering war. Der geglühete Kienruß aus dem vorigen Versuche mit Wasser

vermischt

vermischt sank sogleich, färbte aber das Wasser nicht. Mit Weingeist vermischt ebenfalls. Indessen ging diese Substanz mit Weingeist gerieben, einen Anfang von Mischung ein, indem sie damit eine zusammenhangende weiche Masse bildete, wie etwa Erdfarbe mit Gummiwasser abgerieben. Hingegen ging sie mit Wasser gerieben nicht die geringste Mischung ein. Gemeine gepulverte Kohle sank gleichfalls im Wasser und Weingeist, ging aber gar keine solche Mischung ein.

Aus einem Ofen, den Parrot zu Versuchen eingerichtet hatte, nahm er den Ruß, und unterwarf ihn einer gleichen Behandlung. Er brannte bis dahin lauter Tannenholz, und zwar gänzlich astloses, und sonst nicht harzig. Die Luft konnte nur durch einen Rost in den Proceß kommen. Er nahm den Ruß aus der Schlangenröhre; er sah völlig so aus wie der verkäufliche Kienruß, leicht, staubartig, oder zusammenhängend, wenn man ihn zusammendrückte. Dieser Ofenruß, auf die glühende Platte gelegt, entzündete sich nicht, glühete aber schnell, lebhaft und lange. Die Funken schwärmten in der Masse schnell herum, wie bey der Erhitzung des pilzenförmigen Rußes, des langen nicht geputzten Tochtes des Talglichtes. Der Rückstand war einer grauen Asche ähnlich.

Dieser Ofenruß mischte sich anfänglich mit Wasser gar nicht, sondern schwamm wie Kienruß. Nach einigen Tagen fiel etwas Weniges davon zu Boden, und das Wasser ward etwas schmutzig. Mit Weingeist vermischt sank er sogleich zu Boden, und lieferte eine firnißähnliche Flüssigkeit, etwa wie die des Kienrußes, nur war die Farbe schwächer und mehr gelb als dort.

Diese Versuche zeigten dem Herrn Parrot deutlich zwey Hauptgattungen von Ruß, welche dadurch wesentlich von einander verschieden sind, daß die erste Phlogogen im reichen Maße enthält, die letztere aber nicht, oder in unbedeutenden Quantitäten. Zu der ersten gehört der Glanzruß und der Flugruß. Zu der letztern Kienruß und Ofenruß.

Der Glanzruß besteht also nach Parrot aus Phlogogenoxyd und Azotoxyd in fester Gestalt. Es ist folglich ein wahres Harz, das sich vom Geigenharze nur durch einen größern Gehalt an Azotoxyd unterscheidet.

Der Flugruß ist ein Gemenge aus Glanzruß und schwach oxydirtem Azote, wobey das Phlogogenoxyd schwächer oxydirt zu seyn scheint, als im eigentlichen Glanzruße. Man sieht diese Zusammensetzung des Flugrußes schon an der äußern Textur. Er ist eigentlich ein fein zertheilter Glanzruß mit Azote angeflogen.

Der vollkommene Kienruß ist reines Azotoxyd in einem niedrigen Grade von Oxydation.

Der Ofenruß ist reines Azotoxyd in einem höhern Grade von Oxydation. Er verflüchtiget sich bis auf einen kleinern Theil aschenartigen Rückstand, da hingegen der Kienruß sich nur sehr schwer verflüchtiget.

Merkwürdig sind folgende zwey Erscheinungen: die Rußgattungen, die aus nicht harzigen Hölzern im Schorsteine entstanden, sind harziger Natur; der aus harzigem Holze entstandene Kienruß aber nicht, oder doch äußerst wenig. Ferner liefert bloß die Verbrennung der harzigen Ruße eine Kohle, die der andern Asche; das Geigenharz aber weder Kohle noch Asche.

Herr Parrot erklärt die Entstehung dieser vier Ruße nach seiner Theorie auf folgende Art:

1) Entstehung der harzigen Ruße. Wird Holz unter dem weiten Mantel eines Schorsteines entzündet, so geht der Proceß in der Art, wie ihn Parrot beschrieben hat, vor sich. Das Phlogogenoxyd wird durch den Sauerstoff der Luft zu Wasser, theils nicht ganz desoxydirt. Jener Antheil bleibt in der Kohle zurück, dieser wird verflüchtigt, und bildet den ursprünglichen Ruß. Dieser steigt mit einer Portion atmosphärischer Luft auf, die durch den Entzündungsproceß zum Theil desoxydirt ist, und also von ihrer Fähigkeit, Wasser aufzulösen, verloren hat. Der durch die Entzündung entstandene Wasserdampf trifft also keinen Stoff, zu

dem er Verwandtschaft hätte, als oben das schwache Azoteoxyd. Es verbindet sich also mit ihm; da dieß in einer sehr hohen Temperatur geschieht, so wird das Wasser zersetzt; das Azoteoxyd oxydirt sich stärker, und das Gemisch ist demnach ein vollkommenes Phlogogenoxyd und Azoteoxyd, d. h. Harz- oder Glanzruß, dessen schwerster Theil sich am Eingange des Schorsteines ansetzt, der übrige leichtere, mit weniger Wasser versetzte steigt in die Höhe. Allein es kann nicht die ganze Menge des verflüchtigten Azotes durch das vorhandene Wasser in Harz verwandelt werden; sondern es steigt ein Theil desselben mit dem leichtern Glanzruße auf, und bildet den Flugruß, der, je höher er kommt, desto mehr im Wasser, desto weniger im Weingeiste, sich auflöset, mithin desto weniger Harz ist. Wahrscheinlich wirkt in diesem Processe die unzersetzte atmosphärische Luft mit, welche von der Seite hinzuströmt und gibt bey der Bildung des Glanzrußes noch Wasser ab, indem sie desoxydirt wird. Daher flammt der im untersten Theile des Schorsteinmantels am schlechtesten.

Die Entzündung dieser Glanzruße gibt eine ziemlich gleiche Kohle; im Flugruße wird das schwache Azoteoxyd, das dem Glanzruße nur anhängt, durch die Hitze verflüchtigt und gesäuert, wie bey der Entzündung des Holzes, und die rückständige Kohle rührt bloß von dem Antheile Glanzruß her, der mit dem angeflogenen Azote verbunden war. Da in dieser Mischung weniger fester Sauerstoff und mehr Azote vorhanden ist, als in der des reinen Glanzrußes, so ist es begreiflich, daß diese Entzündung mehr freye Wärme erzeuge, mithin mehr Lichtstoff entwickele, als die Entzündung des reinen Glanzrußes.

2) Entstehung der nicht harzigen Ruße. Der Kienruß wird aus harzigem Holze, welches man mit dem geringsten Antheile Sauerstoffgas entzündet, gewonnen. Es entzündet sich vorzüglich das Harz und wird zerlegt, aber anders als bey anderen Entzündungen. Die geringe Menge des hinzugelassenen Sauerstoffgas reicht bey weiten nicht hin, alles

 Azote

Azote in Luftsäure zu verwandeln, nicht einmahl den verflüchtigten Theil desselben. Daher wird er stark desoxydirt, durch die Entstehung der Säure. In diesem Zustande desoxydirt das flüchtige Azote das flüchtige Phlogogenoxyd des Harzes und des Holzes völlig, und läßt das Phlogogen als Gas mit der Luftsäure entweichen. Daher entsteht durch diesen Proceß, wenn man das wenigste Sauerstoffgas dazu angewandt hat, kein Wasser, sondern bloß Luftsäure und Azoteoxyd.

Der Ofenruß entstand in seinem Ofen auf eine ähnliche Art, aber unter dem Zutritte von mehrerer atmosphärischen Luft. Da diese bloß durch den Rost und nur mäßig hinzuströmte, so hatte sie schon so viel Sauerstoffgas verloren, als sie überhaupt durch vegetabilische Entzündungsprocesse verlieren kann, war also nicht fähig, etwas davon zur völligen Oxydation des Azote herzugeben. Daher konnte dieser Ruß kein Phlogogenoxyd enthalten, obschon es mehr Sauerstoff enthält als der Kienruß; ein Umstand, der dessen Verflüchtigung sehr befördert.

S.

Salzsäure. (Zus. zur S. 321. Th. IV.) Die hier angeführte Meinung des Herrn Girtanner's, daß nämlich die Salzsäure aus Sauerstoff und Wasserstoff bestehe, scheint sich nicht bestätigt zu haben. Herr **Blagden** berichtete vom 27. März 1800. an **Berthollet** in Paris, daß man die Salzsäure mit Hülfe des elektrischen Funkens zersetzt habe.

Ob nun gleich nachher in den Philos. Transact. for 1800. p. 188 sqq. bekannt gemacht wurde, daß die Versuche, die Salzsäure durch Elektricität zu zersetzen, keinen glücklichen Fortgang gehabt hätten, so ward doch Herr **Berthollet** *) durch **Blagden's** Bericht veranlaßt, eine eigene Arbeit zu unternehmen. Seiner Vermuthung nach ist der Stickstoff einer der Grundstoffe der Salzsäure. Diese seine Vermuthung gründet er auf folgende beyde Erfahrungen:

1)

*) Bulletin de la societé philom. Ann. 8. p. 126.

1) auf eine des Herrn von Humboldt, nach welcher sich beym Verschlucken des Salpetergas durch schwefelsaures Eisen, salzsaures Eisen bildet; 2) auf die Bemerkung Cavendish's, daß salpetersaures Kali, welches aus dem durch Feuer zersetzten salpetersauren Kalk gewonnen war, salpetersaures Silber als salzsaures Silber fällte. Diese beyden Erfahrungen verbunden mit dem Vorkommen der Salzsäure fast unter allen Umständen, wo sich Salpetersäure bildet, und mit mehreren sorgfältigen Versuchen, haben Berthollet auf die Entdeckung der Natur und des Radikals der Salzsäure geführt.

Er überzeugte sich zuerst, daß Salpetergas die Silberauflösung nicht zu fällen vermag. Dann wiederhohlte er Cavendish's Versuch mit salpetersaurem Kali, und fand ihn zwar richtig, bemerkte aber zugleich, daß die Fällung nicht durch das Salpetergas im salpetersauren Kali bewirkt werden kann. Denn 1) bewirkte salpetersaure Kalkerde diesen Niederschlag nicht, 2) löset man Eisen in Salpetersäure auf, so bildet sich, wenn die Säure mit etwas Eisen geschwängert ist, wenig Ammoniak, die Auflösung wird trübe, und fället die Silberauflösung nicht. Setzt man einen neuen Antheil Eisen hinzu, so braust sie auf, fast alles Eisenoxyd schlägt sich nieder, und die Auflösung enthält mehr Ammoniak und Salzsäure, die sich durch die Auflösung des Silbers leicht verräth. Beym Destilliren geht das Ammoniak über, die Salzsäure und ein Theil des Ammoniaks bleiben in der Retorte. 3) Die auf trockenem Wege bereiteten salpetersauren Zinn- Zink- und Kupferauflösungen haben zuweilen Salzsäure gegeben, und zwar findet sich diese hier desto gewisser, jemehr Ammoniak dabey entsteht.

Freylich zeigen sich in diesen Versuchen Ausnahmen, die Berthollet sich bis jetzt noch nicht zu erklären weiß; jedoch reichen sie hin, es außer Streit zu setzen, daß sich in allen diesen Fällen Salzsäure bildet, ohne daß man sie einer Gegenwart von Kali zuschreiben könnte. Mithin muß man die Bestandtheile dieser Säure im Wasser und in der Salpetersäure suchen.

Aus

Aus der Unverbrennlichkeit und Unzersetzlichkeit der Salzsäure läßt sich schließen, daß wenn sie auch Wasserstoff und Sauerstoff enthält, dieses nicht die herrschenden Bestandtheile seyn können, da es ein Grundsatz in der Verwandtschaftslehre ist, daß eine chemische Verbindung um so schwerer zu trennen ist, je weniger sie verhältnißmäßig von dem einen Bestandtheile enthält. Da nun auch die Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff fast nach allen Verhältnissen bekannt sind; so glaubt sich **Berthollet** berechtigt zu schließen, das Radikal der Salzsäure sey eine Verbindung von Sauerstoff, wenig Wasserstoff und sehr viel mehr Stickstoff.

Aus dieser Hypothese glaubt **Berthollet**, daß es sich leicht erklären lasse, woher die Salzsäure in vielen chemischen Processen herrühre.

Saturnusring. (Zus. zur S. 352. Th. IV.) Die Herren **Schröter** und **Harding** haben durch mehrmahlige genaue Beobachtungen knotenartige Lichtflecken, sowohl in der westlichen, als auch nachher in der östlichen Ringfläche des Saturns gefunden, daß weder die von **la Place** nach der Theorie vorausgesetzte Rotationsperiode des Ringes von ungefähr 10 Stunden, noch die von **Herschel** aus Beobachtungen hergeleitete von 10 Stunden 32 Min. 15 Sek. wirklich vorhanden seyn, sondern daß der Ring entweder in 24, 12 und 8 Stunden eine Rotation vollenden, oder wie sich fast bis zur völligen Ueberzeugung ergeben hat, dieser Ring wohl gar nicht rotiren dürfte. Eine ausführliche Anzeige der Beobachtung selbst, worauf sich diese Resultate gründen, steht in den Göttingischen gelehrt. Anzeigen St. 33. 1803. Es bildet demnach der Ring über jeden Punkt des Saturnäquators ein völlig feststehendes Himmelsgewölbe, welches in einen ganzen Kreis geschlossen, mit der Saturnkugel durch bekannte Naturkräfte um die Sonne geführt wird. Aus anderen Ansichten der einzelnen Seiten der Ringfläche mit früheren seit einem halben Umlauf des Saturns verglichen, scheint noch der alternative Satz zu folgen: entweder rotirt der Ring gar nicht, oder er rotirt während des 30jährigen Umlaufs des

Saturns, allen uns näher bekannten Trabanten gewisser Maßen ähnlich, einmahl; so daß die Sache noch nähere Untersuchungen und umständliche Vergleichung der älteren und neueren Beobachtungen über die südliche und nördliche erleuchtete Ringfläche erfordert.

M. s. Voigt's neues Magazin; B. VI. S. 429.

Schall. (Zus. zur S. 386. Th. IV.) Ueber die Fortpflanzung des Schalles durch feste und flüssige Körper waren bisher noch wenige Untersuchungen angestellt worden. Perolle stellte hierüber zuerst die merkwürdigsten Versuche an, und der Herr von Arnim *) unternahm es, Gesetze für die Stärke der Schallfortpflanzung durch feste und flüssige Körper zu bestimmen. Er glaubte bewiesen zu haben, daß Elasticität und elastische Schwingung nur durch Cohärenz möglich sey, und daraus folgerte er, daß auch die Stärke der Schallfortpflanzung durch verschiedenartige Körper mit ihrer Cohärenz im Verhältnisse stehen müsse. Dieser Satz ließ sich am besten an den so homogenen Stoffen, wie die Metalle sind, prüfen:

Folge nach der Cohärenz nach Sickingen's und Musschenbroek's Versuchen		Folge nach der Stärke der Schallfortpflanzung nach Perolle's Versuchen
Sickingen	Eisen	Eisen
——	Kupfer	Kupfer
——	Silber	Silber
——	Gold	Gold
Musschenbroek	Zinn	Zinn
——	Bley	Bley

Hiernach stimme also die Erfahrung mit der Theorie vollkommen überein; ein Erfolg, der nicht wenig Zutrauen zur weitern Ausdehnung derselben einflößen müsse. Zwar könne jenes Gesetz eigentlich auf Holzarten nicht ausgedehnt werden, da diese keine homogene Stoffe wären; doch finde man

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. IV. S. 112 ff.

man auch eine Bestätigung an dem Fichten- und Tannenholze, welches in seiner ganzen Struktur sehr mit einander übereinstimme. Jenes wurde nach Musschenbroek's Versuchen durch 550 Pfund, dieses erst durch 600 Pfund getrennt.

Eben so schön stimme die Folge der Schnure verschiedener Art mit diesem Gesetze überein. Perolle gebe ihnen folgende Ordnung in der Schallleitung: Darmsaite, Haar, Seide, Hanf, Wolle, Baumwolle. Zwar hätten wir keine genaue vergleichende Versuche in Rücksicht ihrer Cohärenz, aber die tägliche Erfahrung habe uns darüber hinlänglich belehrt, und er glaube nicht, daß diese, außer bey der Wolle und Baumwolle, die ihre Stellen vertauschen müßten, etwas dagegen zu erinnern hätte.

So verschieden die Schallfortpflanzung durch flüssige und feste Körper sey, da diese in eine elastische Schwingung versetzt würden, jene hingegen eine Bewegung empfingen und fortpflanzten, eben so verschieden werde auch das Gesetz für die Stärke des Schalles in den flüssigen Körpern seyn. Da die Größe der Bewegungen im Allgemeinen, und so auch hier der Bewegung der Flüssigkeit, dem Produkte aus der Masse und der Geschwindigkeit gleich sey: so würden auch die Größen der Bewegung verschiedener Flüssigkeiten, welche durch gleiche Ursachen in Bewegung gesetzt würden, sich wie die Produkte verhalten. So bald aber diese Flüssigkeiten nicht selbst auf eine wahrnehmbare verschiedene Art mit der Geschwindigkeit des Schlages den Ton desselben veränderten, so würden die Geschwindigkeiten in beyden Produkten, wo die Uhr von gleichen Kräften bewegt werde, gleich seyn; die Größen der Bewegungen würden sich daher verhalten wie die Massen. Da ferner die Oberfläche der Uhr, also die Volumina der Flüssigkeiten gleich sind, so würden sich die Größen der Bewegung verschiedener Flüssigkeiten unter den angegebenen Umständen wie die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten verhalten.

Hier fänden wir wiederum die schönste Uebereinstimmung mit der Erfahrung, aus der schon Priestley für luftförmige Flüssig-

Flüssigkeiten denselben Schluß gezogen hätte. Auch Perolle's Versuche bestätigen es, doch mit Ausnahme des kohlensauren Gas. Auf die Vergleichung der Stärke des Schalles in luftförmigen und tropfbar-flüssigen Körpern lasse sich jenes Gesetz nicht unmittelbar anwenden, da aus Perolle's Versuchen, nach welchen sie nicht bloß die Stärke des Tons, sondern auch selbst den Ton verwandeln, hervorgehe, daß sie die Geschwindigkeit der Schwingungen der Uhr veränderten, und zwar beträchtlich verzögerten. Am wenigsten würden uns aber Perolle's Versuche zu dieser Vergleichung genügen, da dort nicht die ganze Entfernung von dem Beobachter bis zur Uhr, sondern nur der Zwischenraum zwischen der Uhr und dem Glase, worin sie lag, in Betrachtung gezogen werde. Ungeachtet dieser beyden entgegenwirkenden Ursachen sey doch der Ton in der Luft bey einer Entfernung von 8 Fuß verschwunden. Hingegen im Wasser erst bey einer Entfernung von 20 Fuß. Die Folge der tropfbar-flüssigen Stoffe unter sich stimme wiederum sehr gut mit dem Gesetze überein:

Folge nach Perolle's Versuchen.	Specifisches Gewicht nach Musschenbroek.
Wasser	1,000
Oehl	0,913
Terpentinöhl	0,792
Weingeist	0,791

Zuletzt führt der Herr von Arnim noch ein Paar Erfahrungen von Zanotti und ihm an. Jener fand, ganz jenem Gesetze gemäß, daß der Ton in einem offenen Gefäße, dessen Luft erwärmt, wo also ohne die absolute Expansion zu ändern, das specifische Gewicht vermindert wurde, viel schwächer war *). Zur Prüfung des Gesetzes für feste Körper machte er den Versuch, nachdem er beyde Ohren verstopft, und die Verbindung mit einer Taschenuhr durch einen dünnen Messingdraht gemacht hatte, diesen bis zum Glühen durch ein untergesetztes Licht zu erhitzen. Der Ton wurde dadurch

*) *Hawksbee* exper. Tom. II. p. 323.

dadurch sehr geschwächt, und er konnte die einzelnen Anschläge der Spindellappen kaum mehr unterscheiden, bis endlich der Draht riß. Diesen Versuch hatte er einige Mahl wiederhohlt, und er bestätigte ebenfalls das vorhergehende von ihm angeführte Gesetz.

Schießpulver. (Zus. z. S. 426. Th. IV.) Ob sich gleich verschiedene Physiker und Chemiker mit Bestimmung der außerordentlichen Kraft des Schießpulvers beschäftiget hatten, so war doch dieser Gegenstand bisher noch nicht mit gehöriger Sorgfalt und Genauigkeit untersucht worden. Der Herr von Rumford *) unternahm es daher, diese wichtige Materie durch eine Reihe neuer Versuche mit Hülfe eines neuen Apparats zu ihrer Vollkommenheit zu bringen. Diesen außerordentlich kostspieligen Apparat konnte er erst 1792 zu Stande bringen, als der Auftrag des Churfürsten von Pfalz-Bayern seinen Kriegsstaat einzurichten ihn mit Genehmigung des Churfürsten in den Besitz aller Hülfsmittel des Münchener Zeughauses setzte.

Die ganze Vorrichtung seines Apparats ist in Fig. 45. abgebildet. Ein sehr fester Stein a, 4 Fuß 4 Zoll ins Quadrat, der auf einem Bette von dickem Mauerwerke, das 6 Fuß tief in die Erde hinabging ruhte, diente der Maschinerie zur unbeweglichen Grundlage, und auf ihn wurde der Lauf b auf einen Fuß c aus Kanonenmetall aufrecht gesetzt. Dieser Lauf bestand aus Schmiedeeisen, war 2,78 Zoll lang und an seinem untern Ende 2,82 Zoll im Durchmesser. Hier endigte sich der Umfang desselben in eine Ebene, mit der er auf dem Fuße c ruhte, indeß aus seiner Mitte die schmale Zündröhre 0,45 Zoll dick und 1,3 Zoll lang, weiter hinabging. Der Lauf war $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser und 2,13 Zoll lang ausgehohlt, weiter hinab ging noch ein sehr schmales 0,07 Zoll weites und 1,715 Zoll langes Zündloch, welches jedoch nicht völlig durchbohrt, sondern unten zu war. Die Zündröhre geht durch ein Loch des Fußes c in eine Höhlung hinab, welche auch nach der Seite zu eine runde Oeffnung hat.

*) Philos. Transact. for 1797. P. II. p. 221 sqq.

hat. Soll das Pulver im Laufe entzündet werden, so wird durch diese Oeffnung eine rothglühende eiserne Kugel mittelst ihrer langen eisernen Handhabe in die Höhlung und durch einen Hebel hier in die Höhe gehoben, so daß die Zündröhre ganz in ein Loch, welches zu dem Ende in die Kugel gebohrt ist, hineingeht. Die glühende Kugel erhitzt die Zündröhre sehr bald so, daß sich das Pulver in ihr entzündet und die Ladung losbrennt. Der Fuß c ruhte nicht unmittelbar auf dem Steine, sondern auf einer ¾ Zoll dicken Scheibe d aus Schmiedeeisen, die 8 Zoll im Durchmesser hielt.

Die obere Oeffnung des senkrecht stehenden Laufs wird von einer Scheibe e aus gehärtetem Stahle, die oben in eine Halbkugel ausläuft, 1,16 Zoll im Durchmesser hält und unten vollkommen eben ist, geschlossen. Drey kleine, senkrechte, cylindrische Stäbe, welche auf den Lauf befestigt sind, umschließen diese Scheibe so, daß sie sich nur senkrecht bewegen, sich heben und wieder fallen kann. Das Gewicht f, welches der Expansion des Pulverdampfes entgegen wirken und ihn ganz im Laufe zurückhalten soll, ruht unmittelbar auf der Halbkugel, und ist an einige Balken befestiget, die sich in einem hölzernen Rahmen k k mittelst eines starken Hebels herauf- und herunterschieben lassen. Dieses Gewicht bestand bey vielen seiner Versuche aus einem aufrecht gestellten 24 Pfünder, der 8081 Pfund wog.

Das obere Ende des kleinen Laufs wurde vergoldet, um es gegen die Pulverdämpfe zu schützen, die, im Fall das Gewicht zu leicht war und gehoben wurde, zwischen der Halbkugel und dem Laufe herausdrangen. Aber selbst dann ging der schiefe Rand des Laufs meisten Theils sogleich verloren, und auch die untere aufs beste polirte Ebene der stählernen Halbkugel wurde angefressen. Indem der scharfe Rand weggefressen wurde, erweiterte sich die Mündung des Laufs, wirkte folglich auch der Pulverdampf auf eine größere Fläche der Stahlplatte, als zuvor; und dieser Umstand würde allein hingereicht haben, die Versuche über die Stärke des Pulvers zu vereiteln, hätte er nicht ein Mittel gefunden, den

Lauf durch Scheiben aus sehr festem und guten Sohlleder, das auf einem Amboße künstlich zusammen gepocht war, hinreichend zu schützen. Mittelst einer besonders dazu bereiteten Maschine wurden aus diesem Leder Scheiben 0,13 Zoll dick geschnitten, so daß sie genau in die Oeffnung des Laufs hineinpaßten, und nachdem der Lauf geladen war, drehte man eine dieser Scheiben mit Talg beschmiert mittelst einer Art von Bohrer in die Mündung hinein. Durch die außerordentliche Kraft, welche beym Losbrennen des Pulvers von beyden Seiten gegen diese Scheibe wirkte, wurde sie ringsum so stark an den Lauf angepreßt, daß (so lange nur das Gewicht nicht so hoch stieg, daß die Lederscheibe heraus flog,) auch nicht das kleinste Theilchen des Dampfes herausdringen konnte. Da bloß der höchste Rand der Mündung durch den entweichenden Dampf weggefressen wurde, die Stelle des Laufs aber, wo die untere Seite des Leders daran schloß, stets völlig unversehrt blieb, so wurde auf diese Art die Erweiterung der Mündung durch den Dampf völlig unschädlich gemacht.

Auch die obere Ebene des Laufs war mit einer Goldplatte bedeckt worden; allein bey einem der Versuche flog ein Stück derselben mit auf. Daher nahm man die ganze Goldplatte weg, und fand es nicht nöthig, eine andere an ihre Stelle zu bringen, bohrte aber dafür den Lauf noch um die Dicke der Goldplatte, d. i., um $\frac{1}{400}$ Zoll tiefer, um dadurch nichts in seiner Capacität zu ändern. Um die untere Seite der Halbkugel gegen das Anfressen völlig zu sichern, fand man es, nach mehreren Versuchen, für das beste, über die Oeffnung des Laufs noch eine Scheibe aus dünnem geöhlten Leder, auf diese eine sehr dünne ausgeschlagene Platte Kupfer, und darauf erst die stählerne Halbkugel zu legen. So oft Dampf entwischte, wurde ein Stück aus dem Leder ausgerissen und fortgeschleudert. Aber immer nur ein einziges an dem Rande.

Das Pulver zu den Versuchen war Pirschpulver, sehr fein gekörnt. Es wurde Alles von derselben Pulvermasse genommen,

nommen, sehr sorgfältig getrocknet, und in einer sehr trockenen Luft ausgewogen, und zwar nach deutschem Apothekergewichte, wovon 104,8 Gran auf 100 Gran Troygewicht gehen. Die Größe des Gewichtes, welches auf dem Laufe ruhete, ist in Avoir du pois Pfunden, und jede Länge nach englischen Fußen und Zollen ausgedruckt. Die Versuche wurden alle im Freyen im Hofraume des Münchener Arsenals, beym schönsten Wetter, zwischen 9 und 12 Uhr Vormittags angestellt. Der Lauf selbst aber wurde stets in der sehr trockenen Stube, worin man das Pulver auswog, geladen, und mit der Lederscheibe verschlossen. Beym Aufsetzen des Laufs auf den Stein wandte man große Sorgfalt an, um ihn genau senkrecht unter den Schwerpunkt des Gewichts zu bringen. Wenn die glühende Kugel mittelst ihres Hebels auf die Zündröhre geschoben war, so erfolgte die Entzündung sehr schnell.

So oft die Kraft des Pulverdampfs groß genug war, die Lederscheibe herauszuwerfen, hörte man bey der Entzündung einen sehr schneidenden und außerordentlich starken Knall. Wurde hingegen das Gewicht gar nicht, oder doch zu wenig gehoben, als daß die Dämpfe hätten entweichen können, war der Schall kaum wenige Schritte weit hörbar, und hatte mit dem, den man beym Entzünden des Pulvers zu hören gewohnt ist, gar keine Aehnlichkeit. Am meisten glich er dem Geräusche beym Zerbrechen einer dünnen Glasröhre. Oft folgte darauf unmittelbar ein gänzlich davon verschiedener Schall, welcher durch das Zurückfallen des wenig gehobenen Gewichts auf die Halbkugel bewirkt zu seyn schien. Manchmahl entwischte ein wenig Pulverdampf, und dann war der Schall von einer ganz eigenen Art, zwar ziemlich weit hörbar aber dem Knalle einer Flinte ganz unähnlich; eher ein plötzliches starkes Zischen, als ein heller deutlicher Knall.

Ob man es gleich jedes Mahl dem Knalle anhören konnte, ob ein Theil des Pulverdampfs entwischt sey: so wurde doch zu mehrerer Vorsicht noch ringsum die Schärfe der stählernen

nen Halbkugel ein Ring von lockerer klarer Baumwolle gelegt, der sich, wenn etwas Dampf entwischte, sogleich schwarz färbte.

Sehr merkwürdig war der geringe Grad von Expansivkraft, den der erzeugte Pulverdampf zu haben schien, so oft er durch das Gewicht in dem Laufe ganz zurückgehalten, und nur wenige Minuten, ja selbst nur wenige Secunden, darin gelassen worden war. Denn wurde alsdann das Gewicht mit einem Hebel gelüftet, so erfolgte, indem der Dampf entwich, kein Knall, sondern ein bloßes Zischen, kaum so laut, als wie bey der gewöhnlichen Windbüchse. Auch war der Druck derselben gegen die Lederscheibe so geringe, daß man ihn beym Heben des Gewichts kaum merkte. Ein Blick in den Lauf machte das begreiflich. Denn statt des elastischen Fluidums, welches ohne Zweifel bey der Explosion vorhanden war, fand sich nun in dem Laufe ein fester Körper, so hart als ein Stein, der an den Seiten des Laufs, besonders im obern Theile der Zündröhre so fest saß, daß man eines Bohrers und vieler Kraft bedurfte, um ihn los zu machen. Wenn das Gewicht so hoch gehoben wurde, daß die Dämpfe entwichen, so fand sich dieser Körper nie; welches ein offenbares Zeichen zu seyn schien, daß er sich erst nachmahls bildete, und daß mithin auch im ersten Falle bey der Explosion lauter Dämpfe mögen vorhanden gewesen seyn. Auch ist es merkwürdig, daß dieser Körper nicht durch den ganzen Lauf gleichmäßig vertheilt war, sondern sich hauptsächlich nur im mittleren Theile der Bohrung befand, besonders am obern Ende der Zündröhre, die fast davon gefüllt war. Vielleicht, weil hier der Lauf sich am schnellsten erkältete. Wenigstens fand sich dieser Körper nie im untern Theile der Zündröhre, den die glühende Kohle erhitzte. Blieben die Dämpfe nach der Entzündung ganz in dem Lauf eingesperrt, so schien über dieß die untere Seite der Lederscheibe, welche den Lauf von oben verschloß, mit einem äußerst weißen Pulver, einer sehr leichten weißen Asche ähnlich, bedeckt zu seyn, welches jedoch an der äußern Luft meist augenblicklich vollkommen schwarz wurde.

Die

Die Versuche, welche mit diesem Apparat angestellt wurden, bewiesen, daß sie mit den Vorstellungen Robins über die Wirkungsart des Schießpulvers nicht vereinbar seyn konnten, und leiteten den Grafen von Rumford auf eine ganz neue Erklärungsart. Robins nahm nähmlich an, daß, wenn das permanent elastische Fluidum, welches sich beym Abbrennen des Pulvers entwickelt, in den Raum, den das Pulver einnahm, zusammengedruckt, und in diesem Zustande bis zur Rothglühehitze erwärmt wurde, die Expansivkraft in diesem Zustande 1000 Mahl größer, als der mittlere Luftdruck, seyn müßte; und dieß ist gerade, seiner Theorie nach, das wahre Maß für die Kraft des Schießpulvers, das in der Höhlung, die es ganz ausfüllt, entzündet wird. Des Grafen von Rumford Versuche ergaben aber dagegen, daß die Kraft des Pulvers nicht 1000, sondern wenigstens 50000 Mahl größer ist, als die des mittlern Luftdrucks.

Diese ungeheure ausdehnende Kraft konnte der Graf in nichts andern als in der ausdehnenden Kraft der Wasserdämpfe finden, welche sich beym Entzünden des Schießpulvers bilden. So wohl die beyden Bestandtheile des Wassers, als auch das Wasser selbst, sind in der Mischung des Schießpulvers vorhanden, und wahrscheinlich bildet und entwickelt sich Wasser bey der Entzündung. Dieses wird aber, wie bekannt, beym Erhitzen so außerordentlich viel stärker, als irgend ein permanent elastisches Fluidum, ausgedehnt, und die Kraft der Dämpfe ist schon wenige Grade über dem Siedpunkte so gewaltig, daß es denkbar ist, wie Dämpfe, die zur Rothglühehitze erwärmt werden, die ungeheure ausdehnende Kraft bewirken können. Es ist daher, sagt der Graf, unnöthig, mit Lavoisier zu der Menge des ungebundenen Wärmestoffs seine Zuflucht zu nehmen, um die Kraft des Schießpulvers zu erklären. Auch scheint ihm selbst die Art, wie der Pulverdampf einer Kanone in der Luft aufsteigt, sich allmählich zersetzt und unsichtbar wird, die Anwesenheit von Wasserdampf zu beweisen.

Wenn daher wirklich und hauptsächlich die ausdehnende Kraft der Wasserdämpfe es ist, welche im Schießpulver wirkt: so ist eine Kanone nichts, als eine Dampfmaschine von einer eigenen Vorrichtung; und wenn das Gesetz bestimmt werden könnte, wonach die Expansivkraft dieses Dampfes sich mit der Dichtigkeit und Temperatur desselben ändert: so würde man das wahre, und zwar ein ganz anderes Gesetz für die Wirkung des Schießpulvers erhalten, als worauf **Robins** in seiner Artillerie bauet. Da also nach des Grafen **von Rumford** Theorie die Wirkung des Pulvers auf einem nicht permanent elastischen Fluido beruhet, so sind alle bisherigen Theorien über das Schießpulver wesentlich falsch.

Der Graf glaubte aus seinen Versuchen das Gesetz gefunden zu haben, nach welchem die Elasticität des Pulverdampfs von der Dichtigkeit desselben abhängt. Es erhellte nämlich, daß die Elasticitäten in viel größerm Verhältnisse, als die Dichtigkeiten, und zwar nach einem veränderlich steigenden Verhältnisse zunehmen, so daß, wenn man die Dichtigkeiten mit x, die Elasticitäten mit y bezeichnet, nicht etwa y einer beständigen, sondern veränderlichen Potenz von x proportional ist. Ferner glaubt er aus ihnen noch weiter schließen zu dürfen, daß der veränderliche Exponent dieser Potenz nie kleiner als 1 seyn könne, (besonders weil y zugleich mit x verschwindet,) und daß daher die wahre Form der Abhängigkeit zwischen Elasticität und Dichtigkeit des Pulverdampfs sich folgender Maßen ausdrucken lasse, $y = x^{1+z}$. Von vielen Wegen und Rechnungen, welche er eingeschlagen habe, um die Abhängigkeit zwischen x und z den Versuchen möglichst entsprechend zu bestimmen, leiste, behauptet er, keine den Versuchen so gut Genüge, als wenn man $z = \frac{4}{10000}x$ setzt, vorausgesetzt, daß die Dichtigkeiten x in solchen Theilen ausgedruckt werden, wovon 1000 auf die größtmögliche Dichtigkeit gehen. Ist dieß der Fall, so wäre $y = x^{1+0{,}0004 \cdot x}$ das allgemeine Gesetz, wonach die Elasticität des Pulverdampfs y von der Dichtigkeit desselben x abhinge, diese in Tausendtheilchen der größtmöglichen Dichtigkeit, und jene in

in Zahlen ausgedruckt, welche mit 1,841 multiplicirt, sich auf den mittleren Luftdruck als Einheit beziehe, so wie mit 27,615 multiplicirt, den Druck des Pulverdampfs auf 1 Quadratzoll Fläche in Avoir du pois Pfunden geben; oder es ist nach der Rumford'schen Formel die Elasticität des Pulverdampfs auf den mittlern Luftdruck als Einheit bezogen $= 1{,}841 \cdot x^{1 + 0{,}0004 \cdot x}$

Wegen der Richtigkeit dieser Bestimmung beruft sich der Graf auf die große Uebereinstimmung der darnach berechneten Elasticitäten des Pulverdampfs bey den verschiedenen Ladungen von 1 bis 18 Gran mit den wirklich beobachteten bey den Versuchen.

Robins hatte bey seiner Theorie der Artillerie vorausgesetzt, daß die ganze Pulverladung nicht bloß entzündet, sondern auch schon verbrannt, und in einen elastischen Dampf verwandelt sey, bevor die Kugel merklich aus ihrer letzten Stelle gerückt ist. Der Graf von Rumford aber hat außer andern Gründen vorzüglich durch Versuche dargethan, daß die Verbrennung des Pulvers, obgleich die Entzündung desselben sehr schnell geschieht, nicht so augenblicklich vor sich gehe, als man gewöhnlich annimmt.

Schnee. (Zus. z. S. 448. Th. IV.) Der Herr Prof. Aldini zu Bologna hat mehrere Versuche über die bekannten Lichtenbergischen Figuren angestellt, und gefunden, daß die Elektricität unverkennbaren Einfluß auf gewisse bestimmte Formbildung habe. Da nun unsere künstliche Elektricität, sagt er, dergleichen bewirke, warum sollte denn nicht die natürliche Elektricität eben das leisten? So wie wir dort bey den Pulvern bald sternförmige, strahlige Gestalt, bald eine kugelförmige, bald eine regelmäßige bemerkten: so fänden wir es auch beym Schnee. Sollten wir da nicht auf Gleichheit der Ursache schließen dürfen? Wer könne über dieß wohl noch, so wie überhaupt an dem Einflusse der Elektricität auf die meisten meteorologischen Erscheinungen, so auch insbesondere an dem Einflusse bey der Bildung des Schnees zweifeln?

seyn? Guyton Morveau's Bemerkung von der Fähigkeit der Elektricität, in gewissen Fällen Kälte hervor zu bringen, bestätige uns darin. So sah man in Bolgna im Februar bey einem plötzlich eingefallenen mit starkem Schnee begleiteten Froste Blitze, und hörte Donner. Im May darauf sah man häufige Blitze, und der Frost vermehrte sich.

Wie bekannt, wollte Beccaria die sechseckige Gestalt des Schnees aus geometrischen Gründen erklären; allein Aldini bemerkt, daß die geometrische Erklärungsart ganz ohne Sinn seyn würde, wäre nicht eine physische Ursache mit hineinverwebt, welche man in der Verschiedenheit der Elektricität der Dünste erkenne.

Aldini streuete auf den Elektrophor Pulver, nachdem er zuvor positive Punkte auf demselben gemacht hatte; sogleich erschienen Sterne, welche 12 18 und 24 Strahlen hatten; wurde aber die Flasche nur schwach geladen, so zeigten sich nur 6 Strahlen, die in ihrer ganzen Bildung dem Schnee völlig ähnlich waren. Auch als darauf einige Tropfen Oehl auf das Elektrophor gespritzt, und eben so wiederhohlt Funken auf ihren Mittelpunkt geleitet wurden, nahmen diese Tropfen sogleich eine sechseckige Gestalt an.

So wäre also durch neue Versuche der Einfluß der Elektricität auf die Bildung des Schnees bestätigt. Dabey muß man sich aber erinnern, daß nur sehr geringe Elektricität erfordert wird, um jene Staubfiguren hervorzubringen. Nur ein elektrischer Zustand kann zu gleicher Zeit in der Atmosphäre seyn, und daher sieht man zu einer Zeit immer nur eine der Schneearten herabfallen, nie die verschiedenen Arten Schnee und Hagel zugleich vermischt.

Folgerungen hieraus sind diese: 1) Der Einfluß der Elektricität auf chemische Abscheidungen. Schon Bergmann hat das kohlensaure Gas aus der Atmosphäre durch den elektrischen Funken abgeschieden.

2) Die Elektricität theilte und verband die Meinungen. Es scheint daher eine gewisse Wahlanziehung Statt zu finden, nach welcher sie den einen Körper stärker als den andern

dern anzieht: und hierüber müssen Tafeln verfertigt werden, wie auch Kortum gethan hat.

3) Unsere Elektricität bildet Sterne, Zirkelflächen und unregelmäßige Figuren; eben so die natürliche bey der Bildung des Schnees. So können nun die Physiker unmittelbar aus der Gestalt des Schnees auf die Art der Elektricität, welche ihn bildet, schließen.

4) Das bekannte Gesetz der Anziehung gleich elektrisirter Körper und der Abstoßung ungleich elektrisirter, ist nun auch für flüssige Körper durch die Versuche mit Oehl erwiesen.

Der Herr von Arnim *) wiederhohlte Aldini's Versuche in Gegenwart mehrerer Personen; der Erfolg war aber gar nicht derselbe, wie ihn Aldini gefunden hatte, nur bey größeren vielältigen Sternen konnte man die größere Zahl auf sechs Hauptäste zurückbringen. Uebrigens war aber hier gar nicht an gleiche Winkel von 60° zu denken. Nachher fand von Arnim, daß die Versuche regelmäßiger angestellt werden können, wenn man die Kugel von der Flasche abschraubt, und mit der Spitze den Harzkuchen berührt. Hier erhielt er sehr bestimmte Figuren, aber die Gleichheit der Winkel fand sich nie; die Regelmäßigkeit der Strahlenzahl eben so wenig.

Noch wichtigere Gründe fanden sich gegen die Erklärung Aldini's vom Hagel aus negativer, vom Schnee aus positiver Elektricität. Nicht nur, daß man dann immer, wenn negative Elektricität wäre, Hagel erhalten müßte, da man doch auch negative Elektricität beym Schnee wahrnehme, sondern es zeige auch die genauere Betrachtung der Hagelkörner, daß sie im Innern völlig die strahlige Krystallisation des Schnees hätten. Hier wären also, was Aldini selbst für unmöglich hielte, negative und positive Elektricität zugleich an einem und demselben Orte der Atmosphäre.

Für jetzt glaube er daher schließen zu müssen, daß die Elektricität noch keine erwiesene Ursache der Schneekrystallisation sey. Dazu komme noch, daß die Schneekrystallisation

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. V. S. 75 ff.

vielleicht aus der durch den gegenseitigen Druck und die Adhäsion der, durch Versuche erwiesenen, veränderten Gestalt der Dunstbläschen hervorgebracht werden. Wenigstens fand er, indem er Schaum aus Seifenwasser bildete, daß beym Durchschnitte der Blasen und des Glases sich gar kein Kreis durch die Wasserränder, sondern regelmäßige Achtecke gebildet hatten. Eben so auch hatten die Blasen, von oben angesehen, eine achteckige Gestalt. Wenn nur der Frost eine Trennung der Flächen und Zusammenziehung in Nadeln verursache, so werde man leicht alle die verschiedenen Schneeverbindungen erhalten können, welche man beobachtet habe.

Sehen. (Zus. zur S. 601. Th. IV.) Der Herr von Arnim *) sah zufällig nach einem Lichte durch eine Glasröhre, die an einer Seite weit war, auf der andern sich in eine enge Oeffnung endigte. Er war sehr überrascht, als er das andere Auge öffnete, das Licht verdoppelt und die beyden Bilder in beträchtlicher Entfernung von einander zu sehen. Er bemühete sich vergebens, diese Erscheinung irgendwo aufgezeichnet zu finden. Dieß bestimmte ihn, sie genau zu betrachten.

1) Sie fand sich nicht bey einem leuchtenden Körper allein, sondern bey jedem andern. 2) Sie war nicht Folge eines mechanischen Drucks auf das Auge; denn er konnte die Röhre 2 Fuß vom Auge entfernt halten, und die einzige begleitende Veränderung war, daß die Bilder näher an einander rückten. 3) Sie war nicht in der besondern Beschaffenheit einer Seite der Röhre gegründet; denn es hatte keinen Einfluß, wie er auch die Röhre verschieben mochte. Auch in der Durchsichtigkeit lag es nicht; denn er konnte sie unbeschadet von innen und außen mit Papier bekleben. Auch war diese Röhre nicht allein dazu geschickt, sondern jede andere, die nur 2 bis 3 Linien im Durchmesser hatte. 4) Selbst die Röhre war nicht nothwendig, sondern wenn er eine Oeffnung von einer Linie im Durchmesser in ein Papier schnitt, mit dem einen Auge durch dieses, mit dem andern unmittelbar

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. III. S. 249 ff.

bar nach einem Buchstaben sah, so erschien dieser verdoppelt. 5) Diese Erscheinung ist nicht vorübergehend, bedarf auch keines Kunstgriffs um zu gelingen, und findet für beyde Augen Statt. 6) Das Bild in der Röhre liegt immer nach der Seite des Auges, welches nicht durch die Röhre sieht; und nimmt man zwey Röhren, eine vor jedes Auge, so scheinen sich die Röhren zu durchschneiden; und schließt er dann das erste Auge, so verschwindet das Bild von der linken Seite, und umgekehrt. 7) Das Bild in der Röhre ist unverändert, es ist trüber, und man setzt es daher in eine etwas größere Entfernung. 8) Man zeichne zwey willkürliche Figuren in einer kleinern Entfernung von einander, als in welcher beyde Augen von einander stehen, verdecke die nächste für das eine Auge durch ein Holzstück, die andere für das andere Auge durch ein zweytes Holzstück: so wird, wenn immer nur ein Auge geöffnet wird, die erste Figur dießseits des erstern Holzstückes, die andere dießseits des zweyten liegen. Werden hingegen beyde Augen geöffnet, so fällt die erste jenseits des erstern, die zweyte jenseits des andern, und die beyden Holzstücke scheinen zusammenzufallen. 9) Einen Buchstaben sah er durch ein Glas, welches etwa ums Doppelte vergrößerte, mit einem und zugleich auch mit dem andern unbewaffneten Auge an; es stellten sich zwey Bilder dar, von welchen das vergrößerte nach der Seite des unbewaffneten Auges lag; ungeachtet es selbst, was merkwürdig war, entfernter zu liegen schien als das andere. 10) Er wählte nun ein ungefähr eben so viel verkleinerndes Glas, und fand ebenfalls die Verdoppelung der Bilder; eben so lag auch jetzt das verkleinerte Bild auf der Seite des unbewaffneten Auges, und das verkleinerte Bild schien näher zu liegen. Unser Urtheil über die Entfernung in diesem und dem vorhergehenden Falle werde durch die Deutlichkeit bestimmt, daher das größere auch entfernter schien. 11) Wenn er dagegen durch eine sehr stark vergrößernde oder verkleinernde Glaslinse irgend etwas sah, so blieb nie ein Bild, wenn auch beyde Augen nach dem Gegenstande gerichtet waren, und er

konnte

konnte willkürlich bald das veränderte, bald das unveränderte Bild durch eine Veränderung, die, nach dem Gefühle, im Innern des Auges vorging, sehen.

Die letztere Erscheinung erklärt von Arnim so. Wir sehen hier den Gegenstand durch die Wirkung der Glaslinse in einer von der wahren verschiedenen Entfernung. Da nun das Bild eines entfernten Gegenstandes nicht so weit hinter die Krystalllinse als das Bild eines nähern fällt, zum deutlichen Sehen aber erfordert wird, daß die Spitze des Strahlenkegels auf die Netzhaut fällt: so hat die Krystalllinse das Vermögen, welches Young sehr scharfsinnig aus der faserigen Bildung derselben erkläre, nach dem jedesmahligen Gebrauche ihre Krümmung zu ändern. Da wir aber wahrnehmen, daß alle innern Bewegungen des Auges, Stellung der Achse u. s. w. von beyden Augen zugleich und gemeinschaftlich gemacht werden: so läßt sich auch auf ein gemeinschaftliches Zusammenziehen der Krystalllinse schließen. Ist aber dieß der Fall, so wird bey einem beträchtlichen Unterschiede der Gegenstand für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar seyn, in so fern er es für das bewaffnete wird, und umgekehrt.

Alle übrige Beobachtungen ließen sich eben so leicht aus angenommenen Bedingungen und Gesetzen des Sehens und des Lichtes erklären, aus der Beugung desselben und aus der Ortsveränderung der Gegenstände, die nicht im Horopter liegen. Das Licht oder jeder andere Gegenstand, worauf wir sehen, liege hier im Horopter, also alles andere dießseits oder jenseits; so auch die Röhre, das Glas, das Papier, durch welches wir den Gegenstand sehen. Die Deutlichkeit und Größe des Gegenstandes werden durch Beugung in der Röhre und dem Papiere, durch Brechung im Glase verändert, der Gegenstand wird vergrößert oder verkleinert, dunkler oder heller. Die beyden Bilder sind daher verschieden, und wir müssen sie an verschiedene Orte setzen; da aber das mit bloßem Auge gesehene im Horopter liegt, kann das andere nicht darin liegen, sondern es muß in der Richtung der ebenfalls nicht im Horopter befindlichen Röhre, Glases oder Pa-

piers seyn, und wird so auf einen dem andern nicht correspondirenden Punkt der Netzhaut fallen. Hieraus scheine die Erklärung aller beschriebenen Versuche unmittelbar zu folgen.

Durch die Beugung an einem Körper, der nicht im Horopter liegt, läßt sich auch, wie er glaube, die von Scheiner zuerst beobachtete Verdoppelung eines Lichtes in demselben Auge, wenn es durch eine Karte sieht, in welche mehrere Löcher gestochen sind, leichter, als nach la Motte erklären. Auch erkläre es sich, wie Rochon, durch Zusammensetzung von Glasplatten von verschiedener Brechbarkeit, einen künstlichen verdoppelnden Krystall habe hervorbringen können, und warum Trunkene und andere, dem ein Auge voll Wasser stehe, ohne Verrückung der Augenachse etwas verdoppelt sehen könnten.

In allen oben erwähnten Fällen würde ein Gegenstand immer von beyden Augen deutlich gesehen; dieß sey der von Gassendi und später von Mönnich vertheidigten Behauptung der relativen Ruhe des einen Auges, wenn gleich beyde nach einem Gegenstande gerichtet sind, wenigstens in so fern entgegen, daß doch beym ersten Anschauen eines Gegenstandes beyde Augen thätig seyn. Sonst würde, wenn er einen Gegenstand durch jene Röhren betrachte, und nun das andere Auge öffne, die Verschiedenheit nicht wahrgenommen werden können. "Wenn ich, sagt Mönnich, beyde offene Augen auf einen und denselben Gegenstand richte, so ist die Richtung des einen Auges von der des andern verschieden." Dieß sey aber der Erfahrung gar nicht gemäß, nach welcher die beyden Augenachsen sich immer unter demselben Winkel nach einem Gegenstande richteten.

Die Versuche, welche Mönnich anführe, bewiesen also nur, daß bey einigen Menschen der Fall sey, daß sie gewöhnlich nur mit einem Auge sehen. Der erste Versuch über einen Gegenstand, der, von einem andern zwischenstehenden gedeckt, mit beyden Augen nicht gesehen werde, und hervortrete, wenn man ein Auge zuhalte, der, wie er selbst sage,

sage, nicht allen gelinge, hatte keinem von denen, die von Arnim um Wiederhohlung bath, gelingen wollen. Wenn dabey nicht ein Irrthum Statt gefunden, daß die Achse des einen Auges beym Zumachen des andern die Lage verändert, so sey wenigstens dieser Erfolg ganz subjektiv.

Eben so wenig lasse auch der Erfolg der Janinschen Versuche eine allgemeine Folgerung zu. Janin sahe durch Brillen mit verschieden gefärbten Gläsern nach einem Gegenstande, und sah diesen in der Farbe, die aus dem Verhalten beyder Gläser vor ein Auge entsteht; es wurde z. B. aus Blau und Gelb grün; aus Blau und Roth violett. Herr Walther wiederhohlte diese Versuche mit gleichem Erfolge, aber Herr Mönnich sah immer nur eine der beyden Farben und höchstens, nur einen vermischt gefärbten Ring. Von Arnim hat ebenfalls diese Versuche wiederhohlt, und ein dem Janinschen völlig entsprechendes Resultat erhalten. So weit er die Gegenstände mit beyden Augen sehen konnte, hatten sie Farbe der Vermischung; das hingegen, was nur mit einem Auge gesehen wurde, die Farbe des vorgehaltenen Glases.

Hieraus folge, daß es noch völlig unerwiesen sey, daß beym größern Theile der Menschen gewöhnlich eine relative Ruhe des einen Auges Statt finde; daß vielmehr Versuche dagegen seyn, daß hingegen die Versuche, die bisher zum Beweise dienten, nur in der ausgezeichneten Beschaffenheit der Augen der einzelnen Menschen gegründet waren.

Sonnenmikroskope. (Zus. zur S. 690. Th IV.) Eine Theorie und Beschreibung des von dem jüngern Herrn Adams verbesserten Lampenmikroskops vom Herrn Prof. Schmidt in Gießen findet sich in Gren's neuen Journal der Physik; B. 1. S. 275 ff.

Spiegelteleskop. (Zus. zur S. 740. Th. IV.) Auf der Nationalsternwarte zu Paris wird ein Teleskop von 60 Fuß Brennweite, mithin 20 Fuß länger als Herschels Riesenteleskop, auf Kosten des Staats verfertiget. Der große Spiegel

Spiegel wird aus Platina gegossen und 6 Fuß im Durchmesser halten. Man kennt jetzt daselbst alle Mittel und Vortheile dieses in so hohem Grade strengflüssige Metall zu behandeln, zu schmelzen, zu gießen, zu schleifen und zu poliren. Der Optikus **Carrochet** hat schon ein Teleskop von 20 Fuß von demselben Metalle für die Pariser Sternwarte verfertiget, davon er gleichfalls den kleinen Auffangspiegel weggelassen hat, welches übrigens eine alte französische Erfindung ist, und von **la Maire** *) im Jahr 1732. herrührt.

Spitzen, elektrische. (Zus. zur S. 778. Th. IV.) Da es bisher beständig eine Schwierigkeit hatte, zu erklären, woher die Spitzen so leicht die elektrische Materie aufnehmen und ausströmen, so hat Herr **Chappe** β) über diese merkwürdige Eigenschaften auf diese Art einiges Licht zu verbreiten gesucht. Ein Körper, sagt er, welcher sich im Zustande der Elektrisirung befindet, ist immer mit einer Atmosphäre umgeben, welche von einer repulsiven Kraft von Seiten der elektrischen Grundmassen, und von der nicht leitenden Eigenschaft der Lufttheilchen veranlaßt wird. Diese Atmosphäre habe gewisser Maßen die Form des Körpers, von welchem sie ausgehe, und beschreibe einen sphärischen Körper von homogener Materie, so oft sich auf seiner Oberfläche keine Rauhheiten finden, die zur Zerstreuung der elektrischen Grundmassen geschickt seyn. Sie werde unregelmäßig, wenn der Körper Ecken und Hervorragungen habe, welche die elektrischen Grundmassen nicht zurück zu halten fähig seyn. Diese Atmosphären könne man sichtbar machen, wenn man bey stiller Luft unter dem elektrisirten Körper einen Rauch von trockenem Harze, das in einem Kaffehlöffel geschmolzen werde, mache; er werde davon angezogen und verbreite sich um den Körper herum.

Ungeachtet der Schwierigkeit, die das elektrische Fluidum beym Durchgange durch die Luft antrifft, werde es davon nach

*) Machines et inventions etc. p. Gallon. Tom. IV. p. 61.

β) De la Metherie observat. sur la physique. Tom. XL. p. 329 sqq. in Gren's neuen Journal der Physik; B. I. S. 115.

nach und nach aufgenommen, und durchbringe sie merklicher Weise, indem es entweder die Theilchen, die sich in seinem Durchgange entgegensetzten, aus einander treiben, aber auf ihrer Oberfläche hinfahre, oder auf die ihr eigenthümlichen elektrischen Kügelchen zunächst einen Druck ausübe.

Wie dem aber sey, so könne man jede elektrische Atmosphäre als einen Theil Luft ansehen, worin jedes Theilchen sich beständig der Zerstreuung des elektrischen Fluidums entgegensetze, während die des letztern unter sich ihre Repulsionskraft ausübten, und sich von einander zu entfernen strebten.

Wenn ein leitender Körper plötzlich der Wirkung der elektrischen Materie ausgesetzt werde, so näherten sich die nach allen Richtungen zerstreueten Theilchen, sie vereinigten sich, sie bildeten eine Menge kleinere Strahlen, welche, weil sie dem Gesetz der Anziehung folgten, auf dem kürzesten Wege gegen den Körper strebten, der sie anziehe, wodurch natürlich ihre Bewegung geradlinig werden müsse.

Der elektrische Funke und die Schlagweite ließen sich aus dem Angeführten und daraus leicht erklären, daß jede elektrische Atmosphäre aus elektrisirter Luft bestehe, und daß die elektrische Dichtigkeit aller dieser Atmosphären zunehme, so wie die Entfernung vom elektrisirten Körper abnehme. Ein elektrisirter Körper werde nämlich fähig, seine Elektricität auf einen Leiter mit Explosion zu entlassen, wenn die Dichtigkeit der elektrischen Atmosphäre so groß sey, daß sie die Dazwischenstellung der Theilchen der Luft in einer bestimmten Linie nicht verstatte. Eben durch diese völlige Contiguität der elektrischen Grundmassen könne ein Körper sich plötzlich seines Ueberschusses der Elektricität entladen; und es rühre folglich der elektrische Funke bloß von der plötzlichen Annäherung der elektrischen Theilchen her, die eine ununterbrochene Folge von Kügelchen bildeten, und dadurch die elektrische Ladung ableiteten.

Nun werde es auch leicht begreiflich, warum leitende Spitzen mit weit mehrerer Leichtigkeit, als Körper von anderer

derer Form, sich des elektrischen Fluidums bemächtigten, oder es auch entlassen könnten.

Man nehme an, fährt er fort, daß ein sphärischer, mit einer scharfen Spitze versehener Körper isolirt und so stark positiv elektrisirt sey, daß das Ende der Spitze aus der dichtesten Atmosphäre des Körpers hervorrage, und daß die Atmosphäre stufenweise in der Dichtigkeit abnehme: so sey klar, daß der Widerstand, welchen die positive Atmosphäre dem Austritte der elektrischen Materie aus der Spitze entgegensetze, nur sehr klein seyn könne; die überschüssige Elektricität des elektrischen Körpers werde also in desto größerer Quantität durch die Spitzen ausströmen, wo der Widerstand am kleinsten sey, als durch andere nicht hervorragende Theile, wo der Widerstand größer seyn müsse, weil die elektrische Atmosphäre daselbst weit dichter sey.

Man nehme ferner an, daß der Körper negativ elektrisirt sey. Wenn die leitende Spitze an diesem Körper so lang sey, daß sie ihr Ende außer dem dichtesten Theile der negativen Atmosphäre habe, die auch stufenweise an Dichtigkeit abnehme: so begreife man leicht, daß, weil die Quantität der Elektricität am Ende der Spitzen sehr klein sey, auch der dichte Theil der negativen Atmosphäre um die Spitze sehr schwach seyn werde. Es werde folglich auch der Widerstand, welchen die negative Atmosphäre dem Eingange der Elektricität in dem negativen Körper entgegensetze, sehr klein seyn, und es werde demnach die Elektricität der Luftmasse, die beständig den Mangel der Elektricität des negativ elektrisirten Körpers zu ersetzen strebe, in weit größerer Quantität durch die Spitzen, wo der Widerstand sehr gering sey, einströmen können, als an einem andern nicht hervorragenden Theile, wo der Widerstand natürlich größer sey.

In dieser Theorie widerspreche nichts der angenommenen Meinung, daß eine leitende Spitze mit gleicher Leichtigkeit das elektrische Fluidum empfange und entlasse. Woher rühre nun aber der merkwürdige Unterschied, den man in mehreren entscheidenden Versuchen in Ansehung der positiven und

negativen Elektricität beobachtet habe? Dieser Unterschied, welcher nur in Betreff der Schlagweite Statt zu finden scheine, hinge von Ursachen ab, die ihm eben so leicht begreiflich schienen. Das auf einem positiv elektrisirten Körper angehäufte elektrische Fluidum werde allenthalben durch den Druck des umgebenden Mittels daselbst zurückgehalten; um nun zu einem andern überzugehen, der damit in Berührung sey, müsse es den Druck dieses Mittels überwinden, der immer der Größe der zu entfernenden Säule des Mittels proportional sey. Dieser Widerstand müsse folglich abnehmen, je dünner und schmäler der Körper werde. Sey also ein elektrisirtes System mit einer Spitze versehen, so müsse die Ladung mit desto mehr Energie, und in desto beträchtlicher Entfernung geschehen, je dünner die Spitze sey, und je mehr der Körper gleichzeitig seine Anziehung äußere. Der Widerstand des Mittels, das durchdrungen werden müsse, nehme folglich ab, je schmäler der elektrische Strom werde, während unterdessen die Expansivkraft der elektrischen Kügelchen im Verhältniß ihrer nahen Verdichtung zunehme.

Wenn man diese Sätze annehme, so begreife man leicht die Wirkungsart des elektrischen Fluidums, wenn bey der Anhäufung desselben auf einem Körper die Expansivkraft seiner Grundmassen sich plötzlich an dem Ende einer damit communicirenden Spitze entwickele. Ein solcher elektrischer Strahl, so dünne er auch ist, wird nämlich ein guter Leiter, so bald die Kügelchen, woraus er besteht, einander vollkommen berühren. Die explosive Entladung müsse also Statt finden, so bald die Expansivkraft dem Faden der elektrischen Grundmassen verstatte, den Druck der umgebenden Luft zu überwinden. Da nun diese Expansivkraft im Verhältnisse der geringen Oberfläche, welche er darbiethe, zunehme, und diese Oberfläche mit der Oeffnung des Kanals, woraus die Theilchen hervortreten, im Verhältniß sey: so erhelle, daß die Spitze um so kräftiger den Austritt der elektrischen Ladung begünstige, als diese Spitze ihr einen geraden Ausgang verstatte.

In

In Hinsicht auf ein negatives System, dessen Spitze der Fläche eines sphärischen Körpers gegenüber stehe, sey die Sache anders. Diese Fläche könne als eine Anhäufung kleiner Kanäle angesehen werden, durch welche die elektrische Materie gleichzeitig entweiche, um in eine gemeinschaftliche Spitze zu convergiren. Die Menge dieser kleinen Strahlen vertheile nothwendiger Weise die Expansivkraft, und erfordere eine größere Action von Seiten des elektrisirten Systems, in Verhältniß des Widerstandes des Mittels, welches durchdrungen werden soll; welcher Widerstand um desto mehr zunehme, als der Durchmesser des elektrischen Stromes beträchtlicher werde. Eine Spitze, die mit einem negativen Systeme in Verbindung sey, verstatte also in keiner so großen Entfernung eine Explosion, als eine andere, die mit einem positiven Systeme communicire.

Sternschnuppen. (Zus. zur S. 825. Th. IV.) Der Herr Persoon *) hat über die Sternschnuppen neuere Beobachtungen angestellt. Er fand nämlich in der Mitte des Novembers 1797. eine tremellenartige Substanz, welche von dem gemeinen Manne Sternschneutzen genannt wird, in Verbindung mit Ueberresten von halb verzehrten Froschtheilen. Dieser Umstand machte ihn aufmerksam, und erregte in ihm eine Neugierde, hierüber Gewißheit zu erhalten. Acht Tage darauf fand er ein anderes Exemplar, worin noch einige Gedärme und der Kopf eines Frosches befindlich waren. Jetzt war er außer Zweifel, daß diese Sternschnuppe nicht meteorologischen, oder vegetabilischen, sondern animalischen Ursprungs sey. Die meiste Aehnlichkeit hat diese Substanz mit dem Evergang dieser Amphibien. Uebrigens vermuthet er, daß diese Substanz von untertauchenden Wasservögeln herkömmt. Diesen Gedanken haben schon einige ältere Schriftsteller, als Merret in seinem Werke pinax rerum britannicarum. p. 219., gehabt.

*) Voigt's Magazin der Physik; B. I. St. 2. S. 58 ff.

Stickstoff. (Zus. z S. 832. Th. IV.) Girtanner *) wollte noch kurz vor seinem Tode gefunden haben, daß der Stickstoff aus 93 Hunderttheilen Wasserstoff und 7 Hunderttheilen Sauerstoff bestehe. Hieraus würde sich also ergeben, daß der Stickstoff, das Ammoniak, das Wasser, die atmosphärische Luft u. s. w. insgesammt aus jenen beyden Bestandtheilen, nur in verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt wären. Bey Analysirung der Luft trennte er nicht so wohl den Stickstoff, sondern setzte ihn vielmehr durch Wegnehmung eines Theils Oxygen von der aus Hydrooxygen bestehenden Flüssigkeit, woraus die Luft bestand, zusammen. Vielleicht ist dieß auch die Ursache, daß die Verbrennung in reinem Oxygengas weit lebhafter ist, wo keine Hydrogenverbrennung mit im Spiele ist. Ohne die Girtannerschen Versuche selbst zu kennen, hat van Mons eine Vorrichtung von Hydrogen- und Oxygengas in dem angezeigten Verhältnisse vorgenommen, aber kein Gas Azote daraus erhalten.

T.

Tantalum. (N. A.) Dieses ist ein von dem Herrn Ekeberg zu Upsal entdecktes neues Metall. Er machte diese seine Entdeckung in den Schriften der Stockholmer Akademie der Wissenschaften im Jahre 1802. bekannt. (Vetensk. Acad. nya Handlingar foer 1802. Quart. 1. S. 68 ff.). Die unterscheidenden Merkmahle dieses Metalls sind folgende.

Es ist in allen Säuren gänzlich unauflöslich, in welchem Zustande man es auch nehme, und welche Hülfsmittel man auch anwende; nach dieser Unfähigkeit desselben, sich der Säuren zu bemächtigen, hat es Ekeberg, als nach seinem Hauptmerkmahl, Tantalum genannt.

Die einzigen Reagentien, welche auf dasselbe wirken, sind die kaustischen fixen Alkalien, wenn man sie damit zusammenschmelzt. Wird dann die Masse ausgelaugt, so löst sie sich zum Theil im Wasser auf, und aus dieser Auflösung läßt sich ein schneeweißes Oxyd durch Säuren niederschlagen.

Keine

*) Voigt's Magazin der Physik; B. II. S. 740.

Keine Säure wirkt auf dieses Oxyd, und selbst in der Glühehitze verliert es seine Weiße nicht. Geglüht ist das specifische Gewicht desselben 6,5. Es schmelzt vor dem Löthrohre, wenn es mit Borax oder Harnsalz vermischt wird, ohne daß es diese Flüsse färbt.

Als das Oxyd mit Kohlenstaub vermischt, in einem Tiegel einer heftigen Gluth ausgesetzt wurde, reducirte es sich zu einer zusammengebackenen Masse von mäßiger Härte, einigen Metallglanze an der Oberfläche, und einem matten und schwärzlichen Bruche. Die Säuren oxydirten diese Masse, und verwandelten sie wieder in das vorige weiße Pulver.

Diese Merkmahle scheinen Herrn **Ekeberg** hinzureichen, die Masse für ein Metall, und zwar für ein noch unbekanntes zu halten. Am meisten Aehnlichkeit hat sie mit Zinn, Tungstein- und Titanoxyd, die auch in den kaustischen Alkalien auflöslich sind, und unter einigen Umständen der Einwirkung verschiedener Säuren widerstehen; allein Zinnoxyd verräth sich sogleich durch seine leichte Reduktibilität, Tungsteinoxyd durch seine Auflöslichkeit in Ammoniak, und dadurch, daß es durch Säuren gelb wird, und Borax oder Harnsalz, womit es zusammengeschmolzen wird, blau färbt, und Titanoxyd durch die Hyacinthfarbe, die es dem Boraxglase gibt, und dadurch, daß es, wenn es mit Pottasche zusammengeschmolzen worden, in den Säuren auflöslich ist.

Herr **Ekeberg** hat dieses neue Metall in zwey verschiedenen Arten von Minern gefunden. In der erstern ist es mit Eisen- und Braunsteinoxyd vermischt; er nennt sie **Tantalit**. Diese bricht im schwedischen Finnland, im Kirchspiel Kimito, im Gouvernement von Abô, in einem großen Berge am baltischen Meere, der aus weißem Quarz und Glimmer mit durchsetzenden Feldspathgängen besteht, in einem dieser Feldspathgänge, und ist schon seit 1746. als eine problematische Art von Zinngraupen bekannt. Sie findet sich in Krystallen von der Größe einer Haselnuß, deren Gestalt sich dem Octäder zu nähern scheint, die am Stahle stark Feuer schlagen, und ein specifisches Gewicht 7,953 haben; der Magnet zieht

sie nicht, ihr Staub ist grau, ihre Oberfläche eben und schwärzlich ihr Bruch dicht und metallisch.

Die zweyte Miner bricht mit dem Gadolinit an einem und demselben Orte, nämlich im großen Steinbruche bey Ytterby in der schwedischen Provinz Upland, und besteht aus Yttererde, Eisen und Tantalum, daher sie Ekeberg Ytterotantalit nennt.

Tellurium. (N. A.) Ein vom Herrn Klaproth neu entdecktes Metall, das in einigen siebenbürgischen Erzen enthalten ist, welche ihres Goldgehalts wegen zeither ins Goldgeschlecht gesetzt worden sind, nahmentlich Schrifterz (aurum graphicum) von Offenbanya, im Weißgolderz (aurum problematicum) von Zalathna, und im Blätter- oder Grauerz von Nagyag. In dem erstern hatte es schon Herr Gubernialrath Müller von Reichenstein behauptet, und unter andern auch Herr von Born angenommen. Herr Klaproth hat gefunden, daß es unter den nunmehr also bekannten 20 Metallen das leichteste sey.

Ein Ungenannter wollte in einem Briefe aus Wien, auf Rechnung des Herrn Majors Tihavsky eine Identität des Telluriums mit dem Spießglanze vermuthet haben. Allein Herr Klaproth gibt entscheidende Merkmahle über die Verschiedenheit beyder Metalle an:

1) In Ansehung des specifischen Gewichts, das beym Tellurium 6,115 und beym Spießglanze 6,720 ist.

2) In Ansehung des Verhaltens auf der Kohle vor dem Löthrohre. Das Tellurium fließt zur Kugel und verbrennt mit blauer und grüner Flamme, unter Verbreitung eines rettigartigen Geruchs. Hält man mit dem Blasen vor gänzlicher Verbrennung der Kugel ein, so erkaltet sie, ohne daß sich krystallisirtes Oxyd ansetzt. Wenn man aber beym Spießglanze, nachdem es zur glühenden Kugel geflossen, mit dem Verblasen einhält, so bildet das verdampfende Oxyd einen Kranz von nadelförmigen Krystallen um das sich erkaltende Metallkorn.

3) Ein

3) Ein Theil Tellurium mit mehreren Hunderttheilen concentrirter Schwefelsäure in einem Stöpselglase übergossen, färbt diese im Kalten schon amethystroth; Spießglanz hingegen bleibt völlig ungefärbt.

4) Mit Salpetersäure erfolgt beym Tellurium eine klare und wasserhelle Auflösung, die vom Wasser nicht zersetzt wird; das Spießglanz hingegen wird von dieser Säure zum weißen Oxyd zerfressen.

5) Geschwefelte Alkalien fällen das Tellurium aus den Säuren schmutzigbraun; mit Spießglanz bilden sie den bekannten goldfarbenen Spießglanzschwefel.

6) Spießglanzmetall fällt das Tellurium aus der salzsauren Auflösung in schwärzliche metallische Flocken.

Thermometer. (Zus. z. S. 68. Th. V.) **Le Maistres** *) hat ein von Six erfundenes Thermometer beschrieben, welches den größten und geringsten Wärmegrad, der während einer gewissen Zeit eingetreten ist, aufzeichnet. Dieses Thermometer besteht aus einer zwey Mahl gekrümmten Glasröhre (Fig. 46.) a b c d, und einem kleinen daran geschmolzenen Cylinder a g. Der Cylinder und der Theil a b y der Röhre sind mit Alkohol gefüllt, der Theil y c z hingegen mit Quecksilber; jener dient als Wärmemesser, und beyde berühren sich ohne einen Luftzwischenraum; das Stück e d ist leer und bey d offen. Wird der Alkohol bey zunehmender Wärme ausgedehnt, so druckt er auf die Quecksilbersäule in y und treibt diese in den Schenkel b y c hinunter und in dem andern Schenkel c z d hinauf. Beyde Schenkel haben gleiche Eintheilung; nach der Einrichtung des Erfinders die Fahrenheit'sche. Wenn daher da, wo in der Figur o steht, der Punkt des gefrierenden Wassers in beyden Schenkeln ist, so müssen von o nach c, und in dem andern Schenkel von o nach d gleiche Eintheilungen aufgetragen werden, und so auch nach den entgegengesetzten Seiten zu.

*) Journal de chimie par de la Metherie. Tom. V, p. 150.

Bey i und k sind kleine sehr leichte eiserne Pfeile, welche im Feuer bronzirt sind. Die beyden Stückchen Haar n und o thun die Dienste einer elastischen Feder, und drucken so stark gegen die Wände der Röhre, daß der Pfeil, der mit seinem breiten Fuße auf dem Quecksilber ruht, zwar mit diesem die Röhre hinaufsteigen; aber nicht wieder zurücksinken kann, weil nach der ersten Richtung hier die Haare sogleich nachgeben, dagegen nach der zweyten zu sich vor die Wände der Röhre stemmen und den Pfeil beym Zurücksinken des Quecksilbers hangend erhalten. So zeigen die Pfeile den höchsten und niedrigsten Stand des Quecksilbers, also die größte und geringste Wärme an, welche während irgend einer Zeit eingetreten ist. Will man nach einer solchen Beobachtung das Thermometer aufs neue zu einer Beobachtung einrichten, so zieht man das eiserne Pfeilchen mittelst eines Magnets auf die Oberfläche des Quecksilbers zurück. Man muß darauf sehen, daß der Fuß des Pfeils i nicht zu breit sey, damit er dem sich ausbreitenden Weingeiste kein Hinderniß hinabzusteigen in den Weg setze, und diesem ein völlig freyes Spiel lasse. Die Thermometerröhre hatte eine Weite von 1½ Millimeter, oder von ungefähr einer halben Linie.

Herr Rouppe ist für dieses Instrument ungemein eingenommen, und bedient sich seit einiger Zeit keines andern Thermometers.

Thermometergraph. (N. A.) Eine vom Herrn von Arnim angegebene Vorrichtung, welche dazu dient, den ganzen Gang der Wärme während einer bestimmten Zeit anzuzeigen. Da das im vorigen Artikel angeführte Sixische Thermometer bloß das Maximum und Minimum der Wärme anzeigt, so bemerkt von Arnim, daß es auf den Nahmen eines Thermometergraphen keinen Anspruch machen könne. Selbst nicht einmahl das Maximum und Minimum der Wärme könne nach der Sixischen Einrichtung genau und verständlich genug angegeben werden, und der Beyfall, welchen ihm Dr. Rouppe gebe, lasse sich höchstens nur in so

fern

fern rechtfertigen, als es bisher an einem bessern Instrumente fehlte. Nicht bloß der Luftdruck wirke auf dasselbe, und dieser sey veränderlich, sondern der Weingeist leide überdem bey verschiedenem Stande des Quecksilbers in den beyden Schenkeln, mithin unter allen verschiedenen Wärmegraden, an dem Quecksilber einen verschiedenen Druck. Auch abgesehen von dem veränderlichen Drucke müßten die Grade des Sixischen, im Vergleiche mit den Graden anderer Thermometer, ungleich werden. Hier wirkten außerdem als Wärmemesser zwey Körper zusammen, welche bey einerley Veränderungen der Temperatur auf das Verschiedenste ausgedehnt werden, und nach Lambert's Versuchen, dem Lichte ausgesetzt, sehr verschiedene Wärmegrade annähmen. Auch diese Verschiedenheit der Ausdehnung beyder Substanzen in gleichen Wärmegraden müssen in einem Instrumente, in welchem sie beyde gemeinschaftlich den Stand bestimmen, ungleich wachsende Grade im Verhältniß zu den gleichen Graden eines andern Thermometers hervorbringen. Die Grade dieses Thermometers könnten daher nicht durch unmittelbare gleiche Eintheilung des Raums zwischen dem Frost- und Siedpunkte gefunden, sondern müßten durch andere Thermometer bestimmt werden, von dem man doch nie mit Gewißheit wissen könne, ob es dieselbe Temperatur wie das zu graduirende habe. Ferner verdunste auch das Quecksilber bey einer mittleren Wärme, und die Röhre werde mit Staub und Feuchtigkeit bedeckt; beydes sey der Genauigkeit gleich hinderlich. Endlich könne er unmöglich glauben, daß die kleinen eisernen Pfeile, die so lose seyn, daß sie sich nicht unter die Oberfläche des Quecksilbers senkten, und daß sie nur durch einen Magneten herabgezogen würden, die nur durch ein seitwärts gelegtes Pferdehaar sich halten, und wo der eine stets durch den Weingeist genäßt werde: daß, sagt er, diese beym Sinken des Quecksilbers stehen bleiben, und nicht bey der geringsten Erschütterung hinuntersinken sollten. Uebrigens sey das Sixische Thermometergraph der wesentlichen Einrichtung nach gar nicht von dem Rutherford'schen verschie-

 den,

den, welches in den Edinb. Transact. Vol. III. 1794. beschrieben werde.

Die Einrichtung des Thermometergraphen des Herrn von Arnim beruht darauf, daß das Quecksilber, welches bey einer hohen Temperatur die ganze Röhre des Thermometers erfüllt, und bey einer sinkenden Temperatur in die Kugel und näher nach der Kugel sich zurückzieht, so daß, wenn man vorher Röhre und Kugel ins Gleichgewicht gebracht hat, dieses durch die Erniedrigung der Temperatur gestört wird. Das Thermometer (Fig. 47.) ab, welches dazu erfordert wird, muß, um empfindlich zu seyn, mit einer längern weitern Röhre und einer verhältnißmäßigen Kugel versehen seyn. Es ruht in der fein gearbeiteten und gut getheilten Messingskale cd, welche durch die Achse e (wie gewöhnlich mit einer scharfen Schneide,) in den beyden Pfannen f ruht. An der der Kugel gegenüber stehenden Seite befindet sich eine feine Schraube dg, die sich in eine Spitze endiget; sie dient ein Mahl, den horizontalen Stand des Thermometers anzuzeigen, und dann, um durch Vor- oder Zurückschrauben das kleine Gewicht h längs der Skale zu verschieben, um mittelst desselben das Gleichgewicht bey einer gewissen Temperatur hervorzubringen.

Nun muß man wissen, wie hohe Grade der Wärme man beobachten will. Bis zu diesen erwärme man das Thermometer, und bringe durch das kleine Gewicht h das Gleichgewicht hervor. Kennte man genau das absolute Gewicht des Quecksilbers im Thermometer, die Länge der Röhre, den Durchmesser derselben und der Kugel u. s. w.; hätte ferner die Wage die schickliche Einrichtung dazu: so würde es leicht seyn, aus einer Erfahrung die Grade an der Scheibe i und k für die übereinstimmenden Thermometergrade durch Rechnung zu finden. Allein jene Erfordernisse sind schwerlich genau zu erhalten; daher ist es sicherer, die beym Uebergewichte durch den Arm ed abgeschnittene Grade beym allmählichen Erkalten zu beobachten, aufzuzeichnen und nachher einzustechen. Empfängt zugleich das ganze Instrument diesen

Wärme-

Wärmegrad, so kann auch nicht die kleinste Differenz bey mehreren wiederhohlten Beobachtungen Statt finden.

Hinter dem Gradbogen ik bemerkt man den geschwärzten Streifen lm. Dieser gehört zu einer polirten Scheibe, welche durch Rauch geschwärzt ist, und auf welcher durch das hervorragende kleine Gewicht h bey jeder Bewegung des Thermometers eine Linie gezogen wird. Will man bloß das Maximum und Minimum der Wärme während einer bestimmten Zeit wissen, so ist von jener Scheibe mehr nicht als dieser Streifen nöthig, und die Endpunkte des von dem Gewichte eingestrichenen Bogens zeigen diese Punkte auf der Gradscheibe an. Will man aber den Gang der Wärme wissen, so wird dazu die polirte und durch Rauch geschwärzte Scheibe erfordert, welche durch eine hinten angebrachte Uhr in einer gewissen Zeit herumgedreht wird. Das Gewichtchen h zieht auf derselben ununterbrochen Linien, aus deren Entfernung in jeder Stunde vom Mittelpunkte man den Wärmegrad findet.

Trabanten. (Zus. zur S. 142. Th. V.) Herr Baronet **Banks** hat Herrn Hofr **Blumenbach** am 22. Dec. 1797. gemeldet, daß **Herschel** der königl. Societät einen Aufsatz über noch 4 von ihm neu entdeckten Trabanten des Uranus vorgelegt habe. Es sind dieß nach seiner Beschreibung die am schwächsten erscheinenden Objekte, die er bis jetzt noch am Himmel hat entdecken können.

Tungsteinmetall, s. **Wolframsmetall** in diesem Bande.

Tungsteinsäure, s **Wolframssäure**. (S 688. Th. V.)

V.

Ventilator. (Zus. zur S. 199. Th. V.) Herr **Boswell** *) zu London ward durch die Art, wie in der Wassertrommel die Luft durch fallendes Wasser aus einer weiten in eine enge Röhre getrieben, und in den Bergwerken und Schmelzhütten benutzt wird, auf den Gedanken gebracht, ob

*) *Nicholson's* journal of natural Philos. Vol. IV. p. 5 sqq.

ob nicht der Luftstrom, welcher hier durch den Fall des Wassers bewirkt wird, sich lediglich durch Luft- und Windstoß hervorbringen, und unter Umständen, wo jene Maschine nicht anwendbar ist, zum Abführen der verdorbenen Luft oder des Rauchs brauchen lasse. Er war auch so glücklich, ein Werkzeug dieser Art zu verfertigen, welches seiner Versicherung nach seiner Erwartung ganz entsprach. Die Fig. 48. stellt das Instrument im Durchschnitte vor. In den beyden großen Röhren findet von a bis b eine freye Communication der Luft Statt. Der Theil c e d ist ein offener abgestumpfter Kegel, welcher sich mit der Röhre e f endigt, deren Weite $\frac{1}{3}$ Durchmesser und deren Länge zwey Durchmesser der weiten Röhre beträgt. Die Grundfläche c d dieses Kegels wird gegen den Wind gerichtet. Ist der Wind auch nur schwach, so verursacht er doch einen merklichen Luftstrom innerhalb der großen Röhren von a nach b. Mit diesem Blaseventilator, dessen Größe nach den verschiedenen Erfordernissen einzurichten wäre, könnte man nach Boswell's Bemerkung

1) die Schächte in Bergwerken von den bösen Wettern reinigen;

2) die Luft zwischen den Verdecken eines Schiffs erneuern, und die durch das Athmen der Mannschaft und Ausdünstung des Mundvorraths, des faulenden Wassers u. s. w. verdorbene Luft aus dem Schiffe fortschaffen, wozu, nach Versuchen in einem Modelle zu urtheilen, bey großen Schiffen nur 2 bis 3 Stunden Zeit erforderlich seyn würde.

3) Den Zug der Windöfen beträchtlich vermehren, wenn man ihn oben auf die Zugröhre oder auf den Schorstein setzte.

4) ließe er sich als Ventilator auf den Kornböden in Magazinen, Spitälern, Gefängnissen und in Zimmern anbringen; und endlich ist er

5) ganz besonders dazu geschickt, das Rauchen der Schorsteine, so fern es durch überstreichende Winde verursacht wird, gänzlich zu verhindern, und zwar desto sicherer, je stärker der Wind weht. Zu dem Ende muß die Maschine auf den Gipfel des Schorsteins gesetzt werden, und

zwar

zwar auch auf einen Zapfen, damit sie sich nach dem Winde drehen, und stets der volle Wind in ihre konische Oeffnung hineinblasen kann. Um dabey die äußere Luft zu verhindern, daß sie nicht zwischen der, sich drehenden und der festen Röhre hinabsteige, umgibt man das untere Ende der erstern äußerlich mit weichem Leder, so daß es zwischen beyden Röhren 2 bis 3 Zoll tief herabhängt. Dieses Leder dient zu einer Art von Ventil und hält die äußere Luft ab, nicht zwischen die Röhren hineinzudringen, so daß die Maschine in Beförderung des Zuges ihre volle Wirkung äußern kann.

Venus. (Zus. zur S. 207. Th. V.) Herr Oberamtmann Schröter hat alle seine Beobachtungen, die er an der Venus gemacht hat, in einem eigenen schönen Werke zusammengetragen, welches den Titel führt: Aphroditographische Fragmente zur genauern Kenntniß des Planeten Venus; sammt beygefügter Beschreibung des lilienthalischen 27füßigen Teleskops, mit praktischen Anmerkungen und Beobachtungen über die Größe der Schöpfung; mit 10 Kupfertafeln. Helmstädt 1796. gr. 4.

W.

Wärme. (Zus. zur S. 352. Th. V.) Herr Pictet in Genf stellte zwey metallene Hohlspiegel einander gegen über, und in den Brennpunkt des einen ein sehr empfindliches Luftthermometer; in den Brennpunkt des andern brachte er eine heiße, doch nicht leuchtende Kanonenkugel; und sogleich stieg das Thermometer schnell auf. Seitdem hat derselbe noch mehrere Versuche über diesen Gegenstand angestellt, welche er in der bibliotheque britannique bekannt gemacht hat. Statt der Kanonenkugel stellte er ein brennendes Licht in den Focus des zweyten Spiegels; sogleich stieg wieder das Thermometer. Als aber eine Glasplatte zwischen einen der Spiegel und dessen Brennpunkt gebracht wurde, hörte das Aufsteigen des Thermometers im Augenblicke auf, ungeachtet das Glas sehr dünn, hell und durchsichtig war, und nur wenig Licht zurück hielt.

Um zu erfahren, ob sich die Geschwindigkeit messen lasse, mit der die strahlende Wärme sich fortpflanzt, entfernte er beyde Spiegel um 25 Mètres (77 Fuß) von einander, hing in dem Brennpunkte des einen eine heiße, doch nicht leuchtende Kugel auf, und stellte vor sich einen Schirm. In demselben Augenblicke, in welchem der Schirm fortgerückt wurde, fing auch die Flüssigkeit im Luftthermometer, die zuvor ruhig stand, zu steigen an, und es war unmöglich, irgend eine Zwischenzeit zwischen dem Fortnehmen des Schirmes und Wirkung der fortgepflanzten Wärme wahrzunehmen.

Pictet sieht dieß als Bestätigung seiner Meinung an, daß Licht und Wärme nicht auf einerley Ursache beruhe; eine Meinung, die Herschel aufs neue in Umlauf gesetzt habe.

(Zus. zur S. 352. Th. V.) Die hier mit Zuverlässigkeit angeführten Versuche des Herrn Herschel, so wie überhaupt alle seine Untersuchungen über die Natur des Sonnenlichts, haben an John Leslie *) einen strengen und bittern Gegner gefunden, und es scheint, als wenn Herschel's vorgebliche Entdeckung dadurch ungemein zweifelhaft gemacht worden. Was den S. 353. angeführten Versuch betrifft, so zeige schon der Umstand, daß die Thermometerkugel in einem röthlichen Teint erschien, welche Sorgfalt und Genauigkeit auf diesen Versuch gewendet worden. Indeß bemerkt Leslie, sey hierdurch nur die Liebe zum Wunderbaren des Experimentators entflammt worden, welcher nur im Ernste gemeint habe, unsichtbare Strahlen möchten wohl durch Condensiren oder Zusammenhäufen sichtbar werden, ungefähr wie ein träumender Platoniker oder Visionär unserer Tage die neue und wichtige Entdeckung angekündigt habe, durch Addition von Nichts entstehe Etwas. Als aber der Versuch mit etwas mehr Sorgfalt wiederhohlt worden, sey das Thermometer im Brennpunkte kaum halb so viel, als zuvor, gestiegen. Hier frägt nun Leslie, wie hatte der Experimentator sich denn versichert, daß Pappe alles darauf fallende Licht auffange? Billig hätte man doch da, wo der Versuch dienen soll, eine Meinung

*) *Nicholson's* journal of natural philosophy, Tom. IV. p. 416.

Meinung darzuthun, die unseren Begriffen so sehr entgegen sey, alle mögliche Vorsicht brauchen, und alle Umstände auf das sorgfältigste prüfen müssen. Herschel verlasse sich dagegen getrost darauf, Pappe sey ein vollkommenes Diaphragma; und hieraus möge man die Vorsicht, womit er seine Versuche angestellt, beurtheilen. — Gewöhnliches Schreibpapier lasse, seinen Versuchen zu Folge, die Hälfte des ganzen darauf fallenden Lichtkegels hindurch. Gesetzt Herschel's Pappe habe bloß ein Sechstel der darauf fallenden Lichtstrahlen hindurch gelassen, so haben diese zu dem bemerkten Erfolge hingereicht.

Derjenige Versuch (S. 355.) endlich, welcher die Brechung der nicht sichtbaren Wärme eines heißen Eisens darthun sollte, beweise gar nichts. Die Wärme desselben verbreitete sich, indem es sich abkühlte, durch die benachbarten Körper, und brachte so das Thermometer um 1 oder 2° zum Steigen. Daß die Kugel, so oft ein kleiner Schirm davor gesetzt wurde, in ihrer Temperatur sinken mußte, ließ sich ohne großen Scharfsinn vorhersehen, und bedurfte nicht erst eines Versuches. In denjenigen Versuchen, wo ein zweytes Thermometer neben diesem hinter der Linse stand, stimmten beyde in ihren Veränderungen, so oft der Schirm vor die Linse gebracht und wieder fortgenommen wurde, ziemlich überein. Ein Unterschied von etwa $\frac{1}{4}$ Grad im Stande beyder, sey doch wahrlich zu klein gewesen, um daraus etwas mit Sicherheit zu schließen. Mit welchem Vertrauen habe indeß Herschel seine übereilte Schlußfolge nicht aufgestellt: "alles dieses bestätige die Brechung der Wärme, mittelst der Linse, so unläugbar, daß man offenbar annehmen müsse, daß vom Eisen gänzlich unsichtbare Strahlen ausgehen, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und bestimmten Gesetzen der Brechung unterworfen sind, welche mit denen des Lichtes sehr nahe zusammenstimmen." Es sey fürwahr zu verwundern, wie man einmahl von einer Lieblingsidee eingenommen, sie bey jedem Schritte vor Augen habe, und sich martre,

martre, jeden noch so kleinen Schein in einen Beweisgrund dafür umzuwandeln.

Gegen Herrn Leslie hat indessen Herrn Engelfield *) Versuche aufgestellt, welche Herrn Herschel's Behauptungen sehr günstig zu seyn scheinen. Er ließ sich nämlich einen von dem Herschelschen gänzlich verschiedenen Apparat vorrichten, von welchem unmöglich die mindeste Wärme auf die Thermometer reflektirt werden konnte. Zwar wurde vom Fußboden Wärme reflektirt diese konnte aber auf die Resultate der Versuche von keinem schädlichen Einflusse seyn, weil sie unverändert blieb, was auch für farbige Strahlen auf die Thermometerkugel geworfen wurden.

Das Farbespektrum im Prisma wurde auf eine sehr gute Glaslinse von 4 Zolle Oeffnung und ungefähr 22 Zoll Brennweite geworfen. Diese Linse ließ sich mittelst ihres hölzernen Fußgestelles in jede Lage und Höhe stellen; und da dieses Gestell nicht stärker war, als eben erfordert wurde, um die Linse zu halten, so kann sich schwerlich in irgend einem Theile desselben Wärme angehäuft haben. Die ganze Linse sammt ihrem Gestelle, wurde mit jenem dicken weißen Pappschirme bedeckt, in welchem eine 3 Zoll lange und ½ Zoll weite Ritze so eingeschnitten war, daß sie gerade über den Mittelpunkt der Linie wegging. Sie ließ nur einzelne Farben des Spektrums auf die Linie fallen, indeß der Schirm alle übrigen abhielt. Das Bild im Brennpunkte der Linse wurde von einer kleinen Wand aus einer geglätteten Karte aufgefangen, die längs eines leichten 2 Fuß langen hölzernen Arms, welcher vom untern Theile des Gestelles der Linse ausging, verschiebbar war. Dieß war nöthig, um die Stelle für das Thermometer mit Gewißheit auszumitteln. War der Brennpunkt genau bestimmt, so wurde die kleine Wand, um etwa den Durchmesser der Thermometerkugel zurückgeschoben, und um das Thermometer mit der Hand in den Focus gehalten. Dieses ließ sich sehr leicht und zuverlässig thun, da nun weiter nichts nöthig war, als nach der Karte zu

*) Journal of the Royal institution 1802, p. 202.

zu sehen, und die Thermometerkugel mitten in das leuchtende Bild zu halten. Weil die Wand aus Karte, leicht und polirt war, so konnte sich an ihr keine Wärme ansammeln; und gesetzt auch, es hätte sich in ihr Wärme angehäuft, so wäre das ohne Nachtheil für den Versuch geblieben; denn da diese Wärme lediglich von den farbigen Strahlen, mit denen der Versuch angestellt wurde, herrühren konnte, so würde dadurch nur die Wirkung derselben auf das Thermometer verstärkt worden seyn.

Die Thermometer, welche hierbey gebraucht wurden waren sehr empfindliche Quecksilberthermometer, deren Skalen innerlich graduirte Röhren aus Elfenbein waren, welche die Thermometerröhre umfaßten. Die Kugeln standen mit keinem Gestelle in Verbindung, und wahrscheinlich litten sie daher von keiner falschen Wärme irgend einen Einfluß. Sie waren zum größten Theile mit sorgfältig darauf gebrachten Tusch geschwärzt; einige wurden jedoch unüberzogen gebraucht, und eine wurde mit weißer Wasserfarbe bemahlt.

Diese Linse, mit ihrem Apparate, wurde ungefähr 3 Fuß vom Prisma gestellt. Die Sonne stand während der meisten Versuche ziemlich hoch.

Bey einem Versuche stieg das Thermometer mit geschwärzter Kugel, welches sich im Brennpunkte der Linse befand, wie folgt:

Im Blau	binnen	3′	von	55°	bis	56°,	oder um	1° F.
— Grün	—	3	—	54°	—	58°	——	4°
— Gelb	—	3	—	56°	—	62°	——	6°
vollen Roth	—	$2\frac{1}{2}$	—	56°	—	72°	——	16°
In den Gränzen des Roth binnen		$2\frac{1}{2}$	—	58°	—	$73\frac{1}{2}$,	——	$15\frac{1}{2}$°
Ganz außerhalb des sichtbaren Lichtes binnen		$2\frac{1}{2}$	—	61°	—	79°,	——	18°

Drey Thermometer wurden so lange in den Sonnenschein gestellt bis sie nicht mehr stiegen. Das Thermometer mit der unbekleideten Kugel stand auf $58\frac{1}{2}$° das mit der weiß gefärbten Kugel ebenfalls auf $58\frac{1}{2}$°, das mit der geschwärz-

ten Kugel auf 63°. Als hierauf der Apparat wie zuvor eingerichtet war, stieg in 3'

das Thermometer mit geschwärzter Kugel
im vollen Roth von 58° bis 61°, also um 3° F.
im vollen Dunkeln — 59° — 64°, —— 5°
das Thermometer mit weiß gefärbter Kugel
im vollen Roth von 55° bis 58°, also um 3° F.
im vollen Dunkeln — 58° — $58\frac{1}{2}$° —— $\frac{1}{2}$

Auf Davy's Vorschlag, welcher bey diesen Versuchen gegenwärtig war, wurden auch Versuche über die Kraft angestellt, mit welcher die verschiedenen farbigen Strahlen Canton's Lichtmagneten zum Leuchten bringen. Man fand, ohne daß dabey ein Irrthum möglich blieb, daß die blauen Strahlen diese Kraft in weit höherem Grade, als die rothen besitzen.

Kurze Zeit vor Davy hatte schon Herr Dr. Ritter *) in Jena (jetzt Prof. zu Marburg) über die chemische Einwirkung des Sonnenlichtes Versuche angestellt. Er hatte gefunden, daß auch außerhalb des Violett des Farbenbildes unsichtbare Strahlen anzutreffen sind; dieß bewies ihm nämlich die beträchtlich stärkere Reduktion des salzigsauren Silbers außer dem Violett, als selbst in demselben, welches er hernach auch durch die Reduktion anderer leicht desoxydirbaren Körper an derselben Stelle bestätigt wahrgenommen hat.

Zugleich fand Herr Ritter, daß diese chemisch wirkenden Strahlen von den farbigen durchaus verschieden seyn müssen. Denn es war z. B. leicht, die unsichtbaren reducirenden Strahlen außer dem Violett des Bildes eines Prisma in das Roth des Bildes eines zweyten fallen zu lassen, wobey das Roth nicht im mindesten geändert wurde; wohl aber die Oxydation in ihm nicht allein aufgehoben, sondern in eine ziemlich starke Reduktion übergebracht wurde; welches zugleich zeigte, daß die reducirenden Strahlen im ungefärbten Sonnenlichte, dem so genannten Weiß, in weit größerer Menge oder Stärke zugegen seyn müsse, als die oxydirenden.

(Zus.

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. XII. S. 409.

(Zusatz zur S. 381. Th. V.) Der Graf von Rumford hat in seinen experimental essays gezeigt, daß auch Oehle und Quecksilber nicht unter die Wärmeleiter gehören. Ein künstlicher Eiskuchen, der in seiner Mitte gewöhnlicher Maßen erhaben war, wurde mit ganz durchsichtigen Baumöhl übergossen, und in dieses ein eiserner Cylinder, der in heißem Wasser von 210° Fahrenheit erhitzt und in ein papiernes Futteral gesteckt worden war, der Länge nach so weit hineingelassen, daß sein Ende nur $\frac{1}{5}$ Zoll von der Fläche des Eises abstand. Dieser Hitze und Annäherung ungeachtet ließ sich kein Schmelzen des Eises bemerken. Es wurde nachher das Eis mit Quecksilber statt des Oehls übergossen, und das Ende des Cylinders dem Eisen bis auf $1\frac{1}{4}$ Zoll nahe gebracht, wo der Erfolg eben derselbe war. Der Cylinder blieb einige Minuten über dem Eise.

Da sich nun die vornehmsten Flüssigkeiten bey dem Versuche als Nichtleiter der Wärme gezeigt haben, so schließt der Graf, daß die Nichtleitung der Wärme eine wesentliche Eigenschaft der Flüssigkeiten sey.

Gegen die Behauptung des Grafen von Rumford, daß nämlich alle elastische und liquide Flüssigkeiten absolute Nichtleiter der Wärme sind, hat auch Socquet *) Einwürfe gemacht, und sie durch Gegenversuche zu erweisen versucht. Einer der Hauptversuche des Grafen ist der mit der Eisscheibe, welche in der Mitte einen kleinen Eishügel hat, und mit einer Flüssigkeit übergossen wird, in die er wenige Linien über der Eisscheibe, einen bis 80° Reaumur erhitzten eisernen Cylinder hing, ohne daß von jenem das mindeste zerschmolz. Diesen Erfahrungen im Kleinen glaubte Socquet einige Erfahrungen im Großen entgegen zu setzen. Er sah einst in der Spiegelmanufaktur Briati in Venedig eine Glasmasse von etwa 40 Pfund, so wie sie völlig glühend aus dem Ofen kam, in ein mit kaltem Wasser gefülltes großes Marmorbecken tauchen, worin es im Wasser schwebend gehalten wurde. Er glaubte, das Wasser würde nun gleich umher kochend auf-

 brausen,

*) Journal de physique. Tom. VI. p. 441.

brausen, aber das geschah nur da, wo es mit dem Eisen, welches die Masse hielt, in Berührung kam, und die rothglühende Masse sah man völlig deutlich in dem ruhigen Wasser. Er tauchte die Hand in das Wasser, das nun zu rauchen anfing, bewegte sie bis an den Boden des Gefäßes hinab, brachte sie dann allmählich mit der größten Vorsicht, und ohne das Wasser zu bewegen, unter die noch glühende Masse, und näherte sie dieser allmählich. Er fand das Wasser bis ziemlich tief hinab sehr heiß, aber auf dem Boden schien es ihm merklich kälter, als an der Oberfläche zu seyn. Bey einer Entfernung von wenigstens 6 Linien von der untern Fläche der glühenden Masse fühlte er sehr deutlich die Irradiation des Wärmestoffs rings umher durch die Umgebung von Wasser. Dieser Versuch wurde drey Mahl wiederhohlt, immer mit demselben Erfolge, und es erhellet aus demselben, daß das Wasser doch immer ein Leiter der Wärme, obschon, wie bereits im fünften Theil angeführt worden, ein sehr schlechter Leiter ist.

Mit noch weniger Widerspruch, sagt Socquet, haben fast alle Physiker das Eis für einen Nichtleiter der Wärme angenommen. Wie wollte man denn aber das Frieren des Wassers in einer Flasche erklären, welches an der obern Fläche zu gefrieren anfange, und dann erst im Innern, wo es von dem Eise ringsum eingeschlossen sey, friere? Hier müsse doch wohl Wärme durch das Eis abgeleitet werden? Wie wolle man es ferner nach jenen Behauptungen erklären, daß man Eis bis auf — 10° oder – 30° erkälten könne? Hier könne man doch, da das Eis ein fester Körper sey, keinen Umlauf, keine innere Bewegung annehmen?

Er bemerkt noch, daß der Eisencylinder, den Rumford in die Flüssigkeiten hing, nur bis auf 80° Reaumur, aber nur mäßig erwärmt, dagegen der Eishügel und die Flüssigkeiten durch die das Gefäß umgebende frierende Mischung wenigstens bis auf 2° Reaum. erkaltet gewesen wären. Ehe das Eisen das Eiskügelchen habe schmelzen können, habe es folglich die ganze Masse um 2° erwärmen müssen, und nach dem

dem großen dadurch erlittenen Wärmeverluste hätte dann die übrige Wärme noch hinreichen müssen, so viel Wasser oder Eis bis 60° zu erwärmen, denn so viel werde beym Schmelzen des Eises verschluckt. Selbst wenn auch etwas Eis geschmolzen wäre, so würde es gleich wieder bey der Berührung mit dem Eise und der unterbrochenen Erkältung von außen gefroren seyn. Nicht nur, daß die Flüssigkeiten dem heißen Eisen viel Wärme entzögen, so werde ganz besonders noch die dem Eise zugekehrte Seite beym langsamen Eintauchen erkältet, und auch das müsse man in Betrachtung ziehen, daß sowohl die Hand, wie das Pappfutteral, Wärme ableiteten.

Im December 1798. füllte er ein tiefes irdenes Gefäß mit weiter Oeffnung mit Quecksilber, befestigte darin, durch einen im Boden des Gefäßes festgehaltenen und zuoberst in einen Haken gebogenen Draht, ein Stück Eis von der Größe eines Thalers und einen halben Zoll dick, ungefähr 10 Linien unter der Oberfläche des Quecksilbers parallel mit demselben, so daß es so gut als isolirt in dem Quecksilber schwebte. Die Temperatur des Zimmers war — $5\frac{1}{2}$° Reaumur. Senkrecht über der Eisscheibe befestigte er über der Oberfläche des Quecksilbers einen weiten Glascylinder, der sich kaum eine Linie tief in das Quecksilber einsenkte, und füllte ihn bald mit kochendem Wasser, bald mit heißen Salzauflösungen verschiedener Art, bald mit Oehl u. s. f.; und in allen diesen Fällen, wo nach **Rumford** gar keine Leitung möglich gewesen wäre, sah er nach kurzer Zeit das vom isolirten Eise abgeschmolzene Wasser durch das Quecksilber hinaufsteigen, so daß also die Wärme senkrecht durch eine unbewegte und undurchsichtige Flüssigkeit hinuntergedrungen war.

Es wäre den Chemikern bekannt, daß die Stärke der chemischen Verwandtschaft im umgekehrten Verhältnisse der Stärke der Aggregation stehe; daher alle die Mittel sowohl Verkleinerung, wie Erwärmung, wodurch sie diese aufzuheben suchten. Dieses auf das Wasser angewendet, so werde es schneller verdunsten, wenn es einer Platte, worauf es

liege, adhärire, weil so auf zweyerley Art, durch diese Adhäsion und durch die Wärme, die Aggregation aufgehoben werde. Man wisse, daß das Wasser bey einer gewissen Hitze vom Eisen zersetzt, und das Eisen oxydirt werde, daß hingegen bey einer stärkern Hitze das Eisen wiederum desoxydirt, also nicht mehr das Wasser zersetzt werde, vielmehr bey einer hohen Temperatur Wasser und Sauerstoff sich mit einander verbänden. Daraus glaube er folgende Erfahrungen zu erklären, die er bey der Bearbeitung vom glühenden Eisen wahrgenommen habe. Als nämlich Arbeiter, die in eine große Platte von glühendem Gußeisen mit einem stählernen Keile eine viereckte Oeffnung einarbeiten wollten, den Keil, so oft sie ihn aufs neue einsetzten, anfeuchteten, tropfte das Wasser zum Theil in die Ritze des glühenden Eisens hinab. Hier blieb es ruhig, ohne zu zittern, und es verdampfte dabey nur mäßig. Wenn aber beym Schlagen auf den Keil ein Tropfen auf die Haut der Arbeiter spritzte, so verbrannte er sie eben so stark, wie ein Stück glühendes Eisen; ein sicheres Zeichen, daß in diesem Zustande das Wasser, ehe es verdampfte, eine höhere Temperatur als 80° Reaumur angenommen hatte. Dagegen befördere eine schwache Erwärmung eines Eisens, worauf Wasser ruhe, die Verdampfung außerordentlich.

Hieraus sey es auch, wie er glaube, zu erklären, daß eine angefeuchtete Erdfläche viel mehr Wasser in gleicher Zeit verdünste, als die Oberfläche eines Sees; daß man beym Kochen des Wassers die Dampfwirbel immer von dem Rande und dem Boden des Gefäßes aufsteigen sehe, und daß nach Vauquelin's Erfahrungen, die Salzauflösung bey einer niedrigern Temperatur als das Wasser, also unter 80° Reaumur, koche.

Ließen sich gleich, diesen Versuchen zu Folge, die Flüssigkeiten für keine absoluten Nichtleiter der Wärme ausgeben, so lasse sich doch keines Weges läugnen, daß sie sehr schlechte Wärmeleiter seyen, und man müsse in dieser Eigenschaft der tropfbaren und elastischen Flüssigkeiten den Erklärungsgrund vieler

vieler interessanten Erscheinungen suchen. So z. B. wäre es unstreitig der sehr schlechten Wärmeleitung der durch die Ausdünstung des Körpers gebildeten Dampfhülle, die Fordyce und seine Gefährten in dem Ofen, in den sie sich bey 240° Reaum. Hitze hineingewagt hatten, sogleich umgab, zuzuschreiben, daß sie an ihren Körpern nur eine verhältnißmäßig geringe Wärme empfanden, und das Thermometer, schon ehe es die Haut berührte, sank am stärksten an denjenigen Stellen, die am meisten ausdunsteten; auch daß, als die Feuchtigkeit, mithin auch die Dampfhülle, sich verminderte, und die Luft im Ofen mehr mit Wasser sich gesättigt hatte, ihnen die Wärme viel schwerer zu ertragen wurde.

Auch Herr Prof. Grimm [a]) war auf einen Versuch des Herrn Grafen von Rumford aufmerksam, wodurch er die absolute Nichtleitung der Wärme aller Flüssigkeiten darthun wollte. Dieser Versuch zeigt nämlich, daß das Eis weit langsamer wieder flüssig wird, wenn kochendes Wasser auf dasselbe gegossen wird, als wenn es auf dem kochenden Wasser schwimmt. Die Ursache dieser Erscheinung scheint ihm nicht, wie mehrere Physiker behaupteten, in der schlechten Wärme leitenden Kraft des Wassers zu liegen, sondern er erklärt sie auf folgende Art: Im heißen Wasser steigen die in Dampf verwandelten Wassertheilchen wegen ihrer specifischen Leichtigkeit in die Höhe. Schwimmt das Eis auf der Oberfläche des Wassers, so werden die Dämpfe, so bald sie das Eis berühren, wieder verdichtet, und bey ihrer Verdichtung wird viel Wärmestoff frey. Daher sey wohl nichts natürlicher, als daß das Eis unter solchen Umständen schneller schmelzen müsse, als auf dem Boden des Gefäßes, dem die Dämpfe sich nicht näherten, sondern von dem sie sich entfernten.

(Zus. zur S. 399. Th. V.) Da manche Physiker keinen chemisch gebundenen Wärmestoff annehmen wollen, so unternahm es Herr Prof. Schmidt zu Gießen [b]) einige Versuche

a) Gilbert's Annalen der Physik; B. VII. S. 361.
b) Gren's neues Journal der Phys. B. I. S. 192 ff.

über die Aenderungen in der Dichte und Temperatur bey verschiedenen Mischungen anzustellen, welche die Frage zu entscheiden scheinen, ob Wärme chemisch gebunden werde? Es ist nämlich bekannt, daß einige Flüssigkeiten bey der Vermischung ihren Raum verändern und dichter werden, und daß bey mehreren dieser Mischungen zu gleicher Zeit ein beträchtlicher Wärmegrad entstehe. Daher war Herr **Schmidt** begierig zu wissen, wie die Aenderungen in der Dichte sich zu den erzeugten Graden der Wärme verhielten, weil man dadurch der Beantwortung der Frage näher kommen könne: ob die bey Mischungen bemerkten Aenderungen in der Temperatur bloß aus den veränderten Capacitäten der gemischten Körper für die Wärme, oder nur mit Hülfe eines chemisch gebundenen und frey werdenden Wärmestoffs, befriedigend erklärt werden könnten? Herr **Schmidt** nennt den Unterschied zwischen der nach der Regel daß die Dichte der Mischung der Summe der Masse dividirt durch die Summe der Räume, gleich ist, berechneten Dichte, und der durch die Beobachtung gefundenen Aenderung der Dichte. Wenn durch die Mischung eine Aenderung in der Temperatur der gemischten Flüssigkeiten erfolgt, so muß man die Dichte der Mischung, erst nachdem sie auf die vorige Temperatur zurückgebracht worden ist, untersuchen. Herr **Schmidt** hat bey seinen Versuchen die Dichten sowohl vor als nach der Mischung bey einer Wärme von 15° **de Lüc** mittelst des Aräometers gefunden, und unter dieser Temperatur auch die Flüssigkeiten gemischt. Denn um die Aenderungen der Dichten besser unter einander vergleichen zu können, hat er diese in 1000 Theile der beobachteten Dichten der Mischungen ausgedrückt, welche er die reducirten Aenderungen der Dichten nennt. Aus den reducirten Aenderungen der Dichte verglichen mit den Aenderungen der Temperatur bey den Mischungen von Branntewein und Wasser erhellte, daß sie zwar gemeinschaftlich wachsen und abnehmen, auch beyde dann am größten sind, wenn die Mischung aus gleichen Theilen besteht; allein sie sind keinesweges in einerley Verhältniß mit

einan-

einander, sondern die Aenderungen der Dichten nehmen vor diesem Maximo immer langsamer zu, nach demselben schneller ab. Mit den Aenderungen der Wärme verhält es sich gerade umgekehrt. Woher kommt es nun, fragt Herr Schmidt, daß mehr Branntewein und weniger Wasser gemischt bey einer größern Aenderung der Dichte eine geringere Wärme, und mehr Wasser und weniger Branntewein bey einer kleinern Aenderung der Dichte, eine größere Wärme erzeugen? läßt sich dieses befriedigend aus der Lehre von den Capacitäten erklären? Das Wasser, werde man vielleicht antworten, habe nach Crawford'schen und anderen Versuchen eine größere Capacität für Wärme, als Branntewein. Wenn man beyde vermische, so werde jene Capacität vermindert, und dadurch empfindbare Wärme erzeugt. Da es also das Wasser sey, welches bey dieser Mischung die zur Erhöhung der Temperatur nöthige Wärme hergebe: so erkläre sich hieraus, daß diese Erhöhung der Temperatur da, wo mehr Wasser und weniger Weingeist gemischt werden, beträchtlicher, als in dem umgekehrten Falle seyn könne. Dieß zugegeben, frägt Herr Schmidt ferner, wie kommt es daß bey Mischungen von Vitriol und Wasser eine so sehr viel stärkere Erhitzung Statt findet, wenn man ganze 3 Theile Vitriolöhl und einen Theil Wasser nimmt, als bey der Mischung im umgekehrten Verhältnisse? Nach der Lehre von den Capacitäten sey bey diesen Mischungen das Wasser ebenfalls der Körper, welcher die empfindbare Wärme durch Veränderung der Capacität hervorbringe. Man wäre also nach der obigen Art zu schließen berechtigt, gerade das Gegentheil von dem zu erwarten, was wirklich erfolge. Wichtiger erklärt Schmidt diese Erscheinung auf folgende Art. Aenderungen in der Dichte und erzeugte Wärme bey Mischungen sind beydes Folgen einer chemischen Wirkung der gemischten Körper auf einander. Daß die Temperaturerhöhungen bey Mischungen derselben Körper unter verschiedenen Verhältnissen nicht immer mit den Aenderungen der Dichte genau proportional sind, könnte bloß daher rühren, weil

der Grad der Wärme, den das Thermometer angibt, nicht allein von der Menge der wirklich erzeugten Wärme, sondern auch von der Capacität des gemischten Körpers, dessen Temperatur erhöhet werden soll (im umgekehrten Verhältniß nämlich) abhängt. Hieraus erläutert sich wenigstens, warum bey Mischungen von Wasser und Weingeist, von Säure und Wasser, eine gegen die Aenderung in der Dichte verhältnißmäßig höhere Temperatur entsteht, wenn man weniger Wasser, und mehr Säure, oder Weingeist nimmt, als wenn man das Verhältniß in den Theilen umkehrt; denn im ersten Falle besitzt die Mischung eine geringere, in dem andern eine höhere Capacität, und wird folglich durch eine gleiche Menge freyer Wärme in jenem eine höhere, in diesem eine niedrigere Temperatur erhalten.

Die Mischungen von concentrirter Salpetersäure und Wasser machen von diesem Gesetz eine Ausnahme; hier sind die Aenderungen in der Temperatur und Dichte genau proportional. Bey den Mischungen von Salzsäure und Wasser trifft das Gesetz wieder ein. In beyden Mischungen entsteht eine höhere Temperatur und stärkere Aenderung der Dichte, wenn in das Verhältniß der Mischung weniger Wasser und mehr Säure kömmt. Es sey daher zu vermuthen, daß dieses bey den Mischungen von allen concentrirten Säuren mit Wasser Statt finden werde. Ob die durch die Mischungen hervorgebrachte Wärme vorher ihrer specifischen Eigenschaften ganz oder zum Theil beraubt, d. i. ob sie durch chemische Verwandtschaft als Bestandtheil aus den gemischten Körpern ausgeschieden wurde, oder nur eine Vermehrung ihrer specifischen Dehnkraft erhielt? das entschieden zwar seine Versuche nicht unmittelbar, aber sie rechtfertigen seiner Meinung nach folgende Schlüsse.

Wenn die erhöhete Temperatur bloß Folge der durch die Mischung veränderten Stellung der Theilchen und ihrer Anziehungskraft gegen die in den Zwischenräumen enthaltene freye Wärme wäre: so müßten die Temperaturerhöhungen bey Mischungen unterschiedener Körper mit demselben dritten,

ten, durch dessen veränderte Capacität die Wärme entstehen soll, genau in dem geraden Verhältniß der Verdichtung und und dem umgekehrten der specifischen Wärme der Mischung seyn. Wäre dieß, vermöge der Erfahrung bey solchen Mischungen nicht der Fall, so würde man rückwärts daraus die Folge ziehen können, daß die Veränderuag der Capacität nicht hinreichend sey, die erzeugte Wärme zu erklären, sondern daß ein Theil derselben, welcher nicht als freye Wärme in den gemischten Körpern vorhanden war, durch chemische Verwandschaft ausgeschieden worden sey. Nachdem nun Herr Schmidt in dreyen verschiedenen Fällen, die Mischungen von Wasser und Branntewein, und Wasser und Vitriolöhl in verschiedenen Verhältnissen geprüft hatte: so schloß er, daß in keinem dieser Fälle die veränderte Capacität hinreichend sey, die in den Mischungen von Vitriolsäure und Wasser entstandene Wärme zu erklären. Woher kömmt nun, fragt er, die gegen andere Mischungen verhältnißmäßig so starke Erhitzung der concentrirten Vitriolsäure mit Wasser? Ist es nicht wahrscheinlich, sie einer in der Säure chemisch gebundenen und durch das Wasser frey gewordenen Wärme zuzuschreiben? Da die Mischungen anderer concentrirten Säuren mit dem Wasser in Vergleichung der Aenderung ihrer Dichten ebenfalls sehr starke Temperaturerhöhungen hervorbringen: so habe man nicht weniger Grund, einen Theil derselben, der aus den Säuren chemisch entbundenen Wärme zuzuschreiben. Wenigstens erklärten sich unter dieser Voraussetzung die eben bemerkten Phänomene viel befriedigender, als aus der Lehre von den Capacitäten allein. Man sehe nämlich, daß die Erhitzung der gemischten Flüssigkeit nicht bloß von der Verdichtung und ihrer verminderten specifischen Wärme, sondern auch von der, aus dem einen oder dem andern der gemischten Körper, oder aus beyden zugleich, chemisch entbundenen Wärme abhange.

Drey Theile einer concentrirten Säure mit einem Theile Wasser gemischt, erhitzt an sich dieserwegen so viel stärker, als wenn die Mischung aus gleichen Theilen bestehe oder

noch

noch mehr Wasser enthalte, weil die aus der Säure durch Wahlanziehung frey werdende Wärme desto größer sey, je concentrirter die Säure war, und ein geringer Antheil von Wasser schon hinreiche, diese Wärme zu entbinden.

Weingeist und ätherische Oehle erhitzten sich mit den concentrirten Säuren ungleich mehr als Wasser, ungeachtet sie nach der Lehre von den Capacitäten weniger Wärme enthielten; sie wirkten aber chemisch stärker auf die Säuren, und die Säuren auf sie. Die Temperaturerhöhungen der Mischungen von Branntewein und Wasser, schienen zwar größten Theils Folgen der veränderten Capacität zu seyn, doch werde man die chemische Wirkung beyder Flüssigkeiten auf einander nicht ganz läugnen können. Selbst die Veränderung der Farbe des Weingeistes, welche nicht sowohl mit den Aenderungen der Dichten als mit den Aenderungen der Temperatur ab- und zunehmen, scheine dieses zu beweisen. Er fragt nämlich, wird nicht eben so wie aus dem Wasser Wärme, aus dem Weingeist ein entzündlicher Stoff ausgeschieden, der die Farbe verursacht, und wodurch beyde Flüssigkeiten erst zu ihrer Vereinigung geschickt werden?

Nachdem nun Herr Schmidt diese Versuche angestellt hatte, wünschte er auch die Gesetze in den Aenderungen der Dichten bey solchen Mischungen zu untersuchen, wo die Summe der freyen Wärme vermindert werde. Da ihm aber keine Flüssigkeiten bekannt waren, welche bey ihrer Vermischung einen beträchtlichen Grad von Kälte erzeugten, so wählte er dazu die Auflösung concreter Salze im Wasser. Die Auflösung des Salpeters und nach diesem des Salmiaks erzeugten die größte Kälte. Am wenigsten wurde das Wasser durch die Auflösung des Kochsalzes erkältet, wobey auch der Grad der Kälte nicht mit der Menge des aufgelöseten Salzes, wie bey den übrigen Auflösungen, zunahm. Nach der Lehre von den Capacitäten schreibt man die bey diesen Versuchen entstehende Kälte der durch die Auflösung vermehrten specifischen Wärme der Salze zu. Wenn man aber auf alle bey solchen Auflösungen sich ereignende Umstände aufmerksam

merksam sey, so werde man bey dieser Art zu erklären sehr viele Lücken und Schwierigkeiten entdecken. Denn es sey

1) zu vermuthen, daß die Capacität des Wassers durch die Auflösung des Salzes eben so vermindert wie die Capacität des Salzes vermehrt werde, und es frage sich also, welches von beyden den größten Einfluß auf die Temperatur habe? Diese Vermuthung werde sehr durch die vermehrte Dichte bestätiget, welche bey den Auflösungen der meisten Salze Statt finde, und die daher rühre, daß sich Salztheilchen in die Zwischenräume des Wassers begeben.

2) Wenn der Einfluß der verminderten Capacität des Wassers auf die Aenderung der Temperatur, mehr betragen könne, als der Einfluß der vermehrten Capacität des Salzes: so sey wahrscheinlich die Ursache der Erkältung in der zum Schmelzen des Salzes nöthigen Wärme zu suchen, welche, indem sie diese Formänderung bewirke, ihrer übrigen Eigenschaften beraubt werde. Für diese Vermuthung sprächen folgende Bemerkungen. Die bey Salzauflösungen bewirkte Kälte sey desto stärker, je schneller das Salz schmelze, und höre auf, so bald Alles geschmelzen sey. Mischte man eine sehr gesättigte Salzsolution zu reinem Wasser, oder zwey Salzsolutionen von ungleicher Stärke mit einander, so entstehe eine fast unmerkliche Temperaturerniedrigung, obgleich die Aenderung in der Capacität hier ebenfalls beträchtlich seyn könne.

3) Wenn die Ursache der Erkältung nach (2) in der durch das Flüssigwerden des Salzes gebundenen Wärme liege, so könnten die Aenderungen in der Capacität die Erkältungen bey einigen Salzauflösungen vermehren, bey andern vermindern, und hieraus werde begreiflich, warum bey manchen Auflösungen, z. B. des Kochsalzes, die entstandene Kälte mit der Menge des aufgelöseten Salzes wenig oder gar nicht zunehme. Diese Betrachtungen, verbunden mit dem, was er oben bey Mischungen flüssiger Körper bemerkt hatte, machten es ihm sehr wahrscheinlich, daß die bey den Auflösungen der Salze im Wasser erzeugte Kälte wenigstens nicht allein

aus

aus den Veränderungen der Capacitäten erklärt werden könnte. Um diese Vermuthungen durch direkte Erfahrungen so viel als möglich zu bestätigen, suchte er durch Rechnung die Menge der durch Aenderung der Capacität frey werdenden und verschluckten Wärme. Bey den Auflösungen des Kochsalzes, Salpeters und Salmiaks in Wasser, übertraf die durch Verminderung der Capacität des Wassers entstandene Wärme, die durch Vermehrung der Capacität des Salzes verschluckte, bey dem Kochsalze um das dreyfache, und dessen ungeachtet entstand auch bey dieser Auflösung eine, wiewohl geringe, Kälte. Durch diese Versuche glaubte sich nun **Schmidt** berechtiget anzunehmen, daß die bey Auflösungen der Salze entstehende Kälte von der die Flüssigkeit der Salze bewirkenden und dadurch chemisch gebundenen Wärme herrühre; und daß diese Ursache der Erkältung die durch die Auflösung bewirkte Aenderung in den Capacitäten oft mehr und weniger entgegenwirke, und sie vielleicht nur in den wenigsten Fällen, vielleicht in keinem begünstige.

(Zus. zur S. 419. Th. V.) Der Herr Graf **von Rumford** ward durch die von **Fordyce** bekannt gemachten Versuche, nach welchen zu schließen war, daß das Wasser durch Gefrieren im Gewichte zunehme, aufgemuntert, die Versuche mit einer vortrefflichen Wage, die dem verstorbenen Churfürsten von Bayern gehörte, zu wiederhohlen. Er nahm aus einer Menge von sehr dünn geblasenen so genannten Florentiner Flaschen zwey, welche in allen Stücken einander so gleich waren, daß man sie schwerlich von einander unterscheiden konnte.

In die eine Flasche A goß er 4107,86 Gran Troygewicht reines destillirtes Wasser, in die andere B ein gleiches Gewicht schwachen Weingeist. Nachdem er sie hermetisch verschlossen und vollkommen rein und trocken abgewischt hatte, hing er sie an die Arme der Wage, und stellte diese in eine große Stube, deren Luft, durch beständiges Heitzen, schon mehrere Wochen so viel möglich immer in der Temperatur von 60° nach Fahrenh. war erhalten worden. Die Flaschen

blieben

blieben hier so lange ruhig an der Wage hangen, bis sie dieselbe Temperatur angenommen haben konnten; dann wischte er sie von neuen mit einem reinen und trockenen Kammertuche recht gut ab, und brachte sie in das genaueste Gleichgewicht.

Den Apparat ließ er sodann noch 12 Stunden in dieser Stube stehen, und da sich nicht die geringste Aenderung zeigte, brachte er ihn in eine große unbewohnte Stube, die nach Norden liegt, deren vollkommen ruhige Luft die Temperatur von 29° Fahrenh. hatte, und ließ hier die Flaschen bey verschlossener Thüre ganz ungestört 48 Stunden an der Wage hängen. Nach dieser Zeit fand er zu seinem Erstaunen, daß die Flasche A ein sehr merkliches Uebergewicht hatte. Ihr Wasser war zu einer festen Masse gefroren: der Weingeist zeigte aber keine Spur von Frost. Nachdem er das Gleichgewicht wieder hergestellt hatte, fand er, daß die Flasche A um den $\frac{1}{35904}$ten Theil ihres anfänglichen Gewichtes an Schwere zugenommen hatte. Hierauf brachte er die beyden an der Wage hängenden Flaschen wieder in die 60° warme Stube. Als das Eis der Flasche A gänzlich aufgethauet war, und beyde Flaschen die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatten, wischte er sie wieder recht rein und trocken ab, und fand nun, daß sie jetzt eben so viel wogen, als zu Anfange des Versuchs. Durch Wiederhohlung dieses Versuchs ward er aber auf den Erfolg mißtrauisch. Er entschloß sich daher, denselben noch ein Mahl auf eine verbesserte Art zu wiederhohlen. Vorausgesetzt, wie es die Versuche Fordyce's und seine obigen zu beweisen schienen, daß die Flüssigkeiten beym Gefrieren eine Gewichtsvermehrung erleiden: so ließ sich die Ursache dieser Erscheinung in nichts anderem suchen, als in dem Verluste der großen Quantität latenten Wärme, welche beym Gefrieren aus dem Wasser entweicht. Daher müßte nothwendig die Vermehrung der latenten Wärme in allen Körpern und in allen Fällen ihr Gewicht vermindern. Um nun dieses zu entscheiden, stellte der Graf folgende Versuche an. Er nahm wieder zwey sich völlig gleiche Flaschen von der vorerwähnten

ten

ten Art, goß in die eine 4012,46 Gran Wasser, in die andere ein gleiches Gewicht Quecksilber, versiegelte sie hermetisch, hing sie an beyde Arme der Wange, und ließ sie die Temperatur seiner 61° warmen Stube annehmen. Dann brachte er sie in das vollkommenste Gleichgewicht und versetzte den Apparat in ein Zimmer von 34° Temperatur, wo er 24 Stunden lang stehen blieb. Keine der beyden Flaschen zeigte die geringste Vermehrung oder Abnahme ihres Gewichtes. Hier war es ausgemacht, daß die Quantität Wärme, welche das Wasser verlor, viel beträchtlicher war, als die aus dem Quecksilber entwich, und doch veranlaßte dieser Unterschied des Wärmeverlustes nicht die geringste Verschiedenheit in den Gewichten dieser beyden Flüssigkeiten. Dadurch wurde er in dem Verdachte bestärkt, daß die vorhin beobachtete scheinbare Gewichtsvermehrung des gefrornen Wassers entweder daher rühre, daß an die Oberfläche der Flasche A sich eine größere Quantität Feuchtigkeit fest gesetzt hatte, als an die der Flasche B; oder daß durch eine Verschiedenheit in der Temperatur der beyden Flaschen ein oder mehrere vertikale Ströme in der sie umgebenden Luft hervorgebracht wurden.

Nun machte der Graf drey Flaschen A B, C die sich völlig gleich waren; in die erste A goß er 4214,28 Gran Wasser, und brachte in ihr ein kleines Thermometer so an, daß die Kugel desselben in der Mitte des Wassers schwebte; in die zweyte B wurde ein gleiches Gewicht Weingeist und ein eben solches Thermometer, und in die Flasche C ein gleiches Gewicht Quecksilber gethan. Diese Flaschen wurden hermetisch versiegelt, in einen Winkel einer großen Stube von 61° Fahrenh. Thermometer-Temperatur gestellt, wo die Luft völlig ruhig war. Hier blieben sie ungestört über 24 Stunden stehen. Da die in A und B eingeschlossenen Thermometer genau dieselbe Temperatur zeigten, so wischte er nun die Flaschen recht rein und trocken ab, und ließ sie so noch einige Stunden länger stehen, damit die Luft der Stube, die vielleicht durchs Abwischen in ihnen entstandene Ungleichheit der

der Wärme oder der ansitzenden Feuchtigkeit wieder heben konnte. Die Flaschen wurden nachher gewogen, ihr Gewicht unter einander genau gleich gemacht, indem man an den Hals der leichtern etwas feinen Silberdraht befestigte, und sie nun in die Stube von 30° Fahrenh. Temperatur gebracht wurden, wo sie 48 Stunden ungestört stehen blieben. Die Flaschen A und B hingen an den Armen der Wage und die Flasche C hing dicht bey der Wage in derselben Höhe an einem Ständer, und neben ihr ein sehr empfindliches Thermometer.

Nach Verlauf der Zeit eröffnete er sehr behuthsam die Thüre, und fand zu seiner Freude, daß alle drey Thermometer, nämlich das in der Flasche A, welches nun in Eis eingeschlossen war, das in der Flasche B und das frey in der Stube hangende, auf demselben Punkte, nämlich auf 29° Fahrenh. standen, und daß die Flaschen A und B sich im genauesten Gleichgewichte befanden. Zugleich untersuchte er das Spiel der Wage, und fand bey einer leisen Berührung, daß sie sich nicht allein mit der vollkommensten Freyheit bewegen konnte, sondern daß sie auch nach erlangter Ruhe wieder völlig ins Gleichgewicht kam. Als er die Flasche B von der Wage abnahm, und statt ihrer die Flasche C anhing, zeigte sich auch bey dieser dasselbe Gewicht, das sie zu Anfange des Versuchs hatte, und stand mit der Flasche A im völligen Gleichgewichte.

Wog er hingegen die Flaschen dann, wenn die in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten nicht genau einerley Temperatur besaßen: so zeigte sich oft eine Zu- und Abnahme ihrer Gewichte. Diese Erscheinung rührte also von der verschiedenen Quantität Feuchtigkeit her, die sich an ihre Oberfläche festgesetzt hatte; oder von beyden Ursachen gemeinschaftlich. Hieraus schließt nun der Graf ganz richtig, daß, wenn auch die Wärme ein von dem erhitzten Körper verschiedener Stoff seyn sollte, dieser doch so fein und dünn wäre, daß sein Einfluß auf das Gewicht, nicht durch Versuche zu entdecken sey.

(Zus. zur S. 425.) Der Graf von Rumford hat einige Gallonen Wasser, bloß durch schnelle Friktion eines stumpfen Bohrs auf den Boden eines Kanonenlaufs zum Sieden gebracht. Dieses sieht er als einen neuen Beweis an, daß Wärmestoff ein ursprünglicher, eigenthümlicher Urstoff, und nicht das Produkt einer Zersetzung sey. In der Folge hat aber der Herr Graf seine Meinung geändert, und vielmehr das Daseyn eines besondern Wärmestoffs nach diesen Versuchen bezweifelt. Er fand nämlich, daß die Hitze der beym Bohren der messingenen Kanone erhaltenen Wärme weit größer war, als die des siedenden Wassers. Hierbey wirft er nun die Frage auf: Kömmt diese Hitze aus den Spänen? Wäre dieß, so müsse nach der neuen Lehre von der latenten Wärme die Wärmecapacität des Metalls, welches zu Spänen gemacht wurde, eine Veränderung erlitten haben, und diese müßte auch groß genug seyn, die hervorgebrachte Hitze völlig zu erklären. Daß nun das nicht der Fall wäre, ließ sich aus dem Versuche schließen, den er mit gleichen Quantitäten solcher Späne, und kleiner durch eine Säge abgeschnittenen Metallstücken, anstellte: als er nämlich beyde bis zur Temperatur des siedenden Wassers erhitzte, und dann in eine gleiche Quantität kaltes Wasser brachte, so war die Temperatur in beyden Wassern völlig gleich.

Bey den Versuchen selbst wurde ein stumpfer Bohrer gegen den festen Boden eines hohlen Cylinders gedruckt, und durch Pferde um seine Achse gedreht. In der Seite des Cylinders war ein Loch für ein Quecksilberthermometer befindlich, um die Höhe zu messen. Die Kraft, womit der Bohrer eingedrückt wurde, konnte etwa 10000 Pfund gleich gesetzt werden, und der Cylinder ward durch Pferde gegen 32 Mahl in einer Minute um seine Achse gedreht. Um dem Verlust der Wärme möglichst zuvor zu kommen, ward der Cylinder mit dicken und warmen Flanell umwickelt. Anfangs war die Temperatur der Luft und des Apparats 60° Fahrenheit. Nach 30 Minuten stieg das in die Höhlung gebrachte Thermometer sogleich zu 130°; das Gewicht der Bohrspäne, die aus einer schuppen-

schuppenähnlichen Masse bestanden, wog 837 Gran. War es möglich, fragt hier der Graf, daß eine solche Hitze, welche die Temperatur von mehr als 113 Pfund Geschützmetall wenigstens zu 70° Fahrenheit erhöhete, und die mithin fähig gewesen wäre, $6\frac{1}{2}$ Pfund Eis zu schmelzen, oder beynahe 5 Pfund eiskaltes Wasser zum Sieden zu bringen, aus einer so unbeträchtlichen Quantität Metallstaub hervordringen konnte? und das bloß zu Folge einer Veränderung seiner Capacität für die Wärme? Da das Gewicht dieses Staubes nur den 948sten Theil von dem des Cylinders betrug, so mußte derselbe nicht weniger als 948° Wärme verloren haben, um die Temperatur des Cylinders um 1° zu erhöhen, und folglich mußte er 66360° Wärme entwickelt haben, um die beym Versuche sich zeigenden Wirkungen hervorzubringen. Man müsse hierbey ferner bedenken, daß auf solche Art der Cylinder nach und nach hätte erschöpft werden müssen; aber auch hiervon war keine Spur zu entdecken. Nun entstand beym Herrn Grafen ein anderer Gedanke, ob etwa die Luft zur Erzeugung dieser Hitze etwas beytrüge? Da die Bohrstange vierkantig war, so hatte wirklich die Luft Zutritt zur Höhle und zum Boden des Cylinders. Es zeigten indessen schon bey den vorigen Versuchen die abgeriebenen Metallstückchen nicht die mindeste Spur von Verkalkung. Zur genaueren Prüfung wurde aber nun ein Stempel in die Mündung des Cylinders eingepaßt, durch dessen Mitte die viereckte Bohrerstange vollkommen anschließend durchging. Der Versuch zeigte aber, daß dieser Ausschluß der Luft, die durch Friktion erregte Wärme im mindesten nicht verringerte. Hierauf wurde der ganze Apparat in einem Behältnisse unter Wasser von 60° gebracht. Die Bewegung war gerade wieder so, wie bey den vorigen Versuchen, und nach einer Stunde war das Thermometer auf 107° gestiegen. Die Wassermenge betrug $2\frac{1}{4}$ Gallonen Weinmaß. Nach 1 Stunde 30 Minuten vom Anfange des Versuchs war die Wärme des Wassers 142°, wieder 30 Minuten später 178°. Nach 2 Stunden 20 Minuten kochte das Wasser völlig.

Nun fragt der Graf: was ist Wärme? Gibt es ein feuriges Fluidum? — Existirt etwas, das eigentlich Wärmestoff genannt werden kann? — In den angestellten Versuchen konnte die Wärme weder aus dem Metalle noch aus der Luft kommen; aus dem Wasser auch nicht — denn das Wasser empfing beständig Wärme von der Maschine, und konnte nicht zugleich demselben Körper Wärme mittheilen und entziehen. Auch eine chemische Zersetzung des Wassers fand nicht Statt, wenigstens zeigte sich nichts, was dahin gedeutet hätte. Endlich konnten auch der Bohrer und dessen Stange die Wärme nicht abgesetzt haben, weil auf diesem Wege immer Wärme aus dem Apparate hervorquoll, und diese Quelle zeigte sich übrigens auch als ganz unerschöpflich. Kaum, meint der Graf, sey es also nöthig, hinzuzusetzen, daß ein Etwas, welches von einem isolirten Körper unaufhörlich und unerschöpflich mitgetheilt wird, unmöglich eine materielle Substanz seyn könne! Es scheint ihm fast ganz unmöglich, einen deutlichen Begriff von diesem Etwas zu fassen, es müßte denn Bewegung seyn; indessen ist er weit entfernt, auch hier das Wie? erklären zu wollen.

Der Herr von Arnim *) hält dafür, daß man gar keinen Grund habe, eine besondere Materie als Ursache der Wärme anzunehmen; entweder, sagt er, ist alle Materie Wärmestoff, oder es gibt gar keinen. Eben so wenig hätten wir Grund, wenn gleich Erwärmung mit Bewegung begleitet sey, das Wesen der Wärme in Bewegung zu setzen. Ausdehnung sey das einzige allgemeine, die Erwärmung begleitende Merkmahl. Wir hätten daher allen Grund, diese als Ursache der Empfindung anzunehmen, Ausdehnung in diesem Sinn, bedeute nur Vergrößerung der Raumerfüllung. Betrachteten wir aber, daß wir gar keinen Grund hätten, ein Aufhören, eine Gränze der Zusammenziehung durch Erkältung anzunehmen: so trete hier auch Ausdehnung in seiner andern Bedeutung, als Raumerfüllung. Erwärmung und Erkältung hießen dann weiter nichts, als größere oder

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. V. S. 57 ff.

oder geringere Freyheit der Kraft, die den Raum erfülle; die absolute erwärmende Kraft stehe daher in demselben Verhältnisse, wie die Freyheit der den Raum erfüllenden Kraft. Diese verhalte sich verkehrt, wie die Beschränkungen oder Dichtigkeiten; also bey gleichen Massen, wie die Volumina, bey gleichem Volum, verkehrt wie die Massen. Die Größe der Kraft, welche dazu erfordert werde, eine Masse in verschiedene Volumina auszudehnen, werde sich aus Gründen verkehrt, wie die Volumina, verhalten; daher sey der Zusammenhang zwischen der specifischen Capacität und der Ausdehnung der Körper durch gleiche Temperaturveränderung erklärlich.

Aus diesem folge, daß die Temperatur und Capacität im umgekehrten Verhältnisse stände, daß es eben so viele Ursache der Erwärmung und Erkältung, als der Aenderung der Capacität und überhaupt Aenderungen des Verhältnisses der Kräfte gebe, also entweder durch chemische Verbindung der Materie, oder durch Einwirkung auf einander in der Ferne.

Durch die chemischen Verbindungen könnten die beyden Körper entweder verändert oder nicht verändert werden, im erstern Falle wären sie verschieden, im letztern von einerley Art.

Nehme man nun bey dem zweyten Falle bey der Vermischung der Körper von verschiedener Temperatur mit einander, die Temperatur des Körpers $A = t$, sein Volumen v, seine Masse m, sein specifisches Gewicht S, die Temperatur des Körpers B sey t^I, sein Volumen v^I, sein specifisches Gewicht S^I. Bey gleichem Volumen verhalten sich also $t : t^I = m^I : m$, also hier, wo jeder einzelne Körper in dem ganzen Raume von $v + v^I$ verbreitet sey,

$$m + m^I : m = t : \frac{m t}{m + m^I}, \text{ und}$$

$$m + m^I : m^I = t^I : \frac{m^I t^I}{m + m^I}, \text{ mithin die gemein-}$$

schaftliche Temperatur $t^{II} = \frac{m t + m^I t^I}{m + m^I}$. So sey man

zur Richmannischen Regel gekommen, ohne, **wie er**, bloß hypothetisch anzunehmen, die Temperaturen **verhielten** sich verkehrt wie die Massen. Aus der Ableitung sähen wir aber auch, daß es nur für Vermischungen gelte, wo jede der einzelnen Massen jetzt in dem ganzen Raume verbreitet, aber nicht für Mengungen, eben so wenig für Vermischungen, wodurch die chemische Beschaffenheit geändert werde.

Die Aufgabe aber, wie viel Wärme bey der *Verbindung* verschiedenartiger Körper entstehe, sey noch keinem Gesetze unterworfen; wahrscheinlich werde hier der Körper *einen eben so großen* Temperaturüberschuß oder Erniedrigung zeigen, als erfordert würde, ihm von dem beobachteten zu dem *berechneten* specifischen Gewichte zu bringen. Doch fehle es zur Prüfung an den nöthigen Erfahrungen.

Die zweyte Hauptaufgabe, über die Erwärmung ohne Mischung, sey schwieriger; sie habe auch die meisten Hypothesen erzeugt. Gewöhnlich habe man das Gleichgewicht der Wärme als ausgemacht, als gegeben betrachtet, und die Ursache der Störung, es sey durch Erwärmung oder *Erkältung*, aufgesucht. Wichtiger scheine indessen der entgegengesetzte Weg, da der stete Wechsel in der Materie gegeben, *erst die* Ursache des Gleichgewichtes gesucht werden müsse. Wir fänden dieses Gleichgewicht überhaupt nur selten, und *nur da*, wo weder Veränderungen der Lagen noch der Mischungen vorgingen; nothwendig sey diese Bedingung, wenn nur *unter* diesen Umständen die Einwirkung der Körper auf einander sich nicht ändern könne. Dadurch sey die durch Reibung und durch chemische Verbindungen hervorgebrachte Erwärmung erwiesen.

Was den Begriff der specifischen Wärme betreffe, so böthen die Erfahrungen, so unbestimmt sie auch seyn möchten, viel Merkwürdiges, besonders in Rücksicht des *chemischen* Verhältnisses, dar; nur sey es zu bedauern, daß den fleißigsten Beobachtern derselben, in der *Ueberzeugung, sie* sey beständig, in welche Materie der zu untersuchende Körper eingetaucht würde, so bald nur die Capacität dieser gegen den

den zur Einheit angenommenen Stoff, bestimmt sey, diese Untersuchungen nicht weiter ausgedehnt hätten. Der Crawford'sche Beweis, daß die Wärmecapacität eines Stoffes, so lange er seinen Zustand nicht ändere, gleich sey, gelte nur für die mit der Vermischung gleichartiger Körper angestellten Versuche, und nur in Rücksicht der Unempfindlichkeit unserer Instrumente. Es sey aber die Kraft, die gleiche Temperaturveränderungen in demselben Körper hervorbringen solle, im umgekehrten Verhältnisse der Voluminum, in welche dieser sich ausdehne. Nun betrage nach Schmidt's Versuchen, die Ausdehnung des Wassers von 15 bis 48° Reaum. 0,01328; wie würde sich, fragt von Arnim, diese Capacitäts-Aenderung bey unseren jetzigen Versuchen, wo es selbst auf Zehntheile nicht ankäme, wahrnehmen lassen? Für die Meinungen verschiedener Stoffe zeige auch die Erfahrung, daß die Capacität veränderlich sey. Crawford's wiederhohlter Versuch habe bewiesen, daß die kaltmachende Kraft der erkalteten Blechfläche stärker gewesen als die warmmachende der wärmeren. Eben so sey unter 13 Reihen der Wilken'schen Versuche, nur ein, und zwar ein sehr abweichender Versuch, in welchem das Maximum der Capacität, das hier nach der Temperatur der Flüssigkeit beurtheilt werde, nicht auf die höhere Temperatur des erwärmten Körpers gefallen wäre; ein sicheres Zeichen, da die Flüssigkeit sich stärker ausdehne, als der feste Körper, daß, in diese Temperatur sie zu erheben, verhältnißmäßig weniger Wärme erfordert werde, als in die niedrigere. Auch die beyden Versuche Crawford's mit Kalk und Alkohol wären von größerer Erwärmung als bey der höheren Temperatur gewesen. Bey den übrigen Versuchen sey entweder eine chemische Wirkung möglich, oder es seyen die Umstände nicht gleich. Man sehe daraus, daß nur dieser einzige Versuch von ihm angestellt worden sey, woraus man schließen könnte, ob die Capacität beständig sey, daß die Capacität durch die Erwärmung, so lange sie den Zustand nicht ändere, auch nicht verändert werde. Theorie und Erfahrung haben den

Herrn von Arnim auf das Entgegengesetzte geleitet, daß sie unter diesen Umständen durch Erwärmung abnehme, daß folglich die Capacitäten immer für einen bestimmten Wärmegrad bestimmt werden sollten, und daß vielleicht diese Bestimmung einzig richtig Lavoisier's Wärmemesser geben könnte.

Humphry Davy *) glaubt aus verschiedenen Gründen behaupten zu dürfen, daß die Wärmematerie keine wahre Substanz sey. Alle Wärmephänomene und die Repulsion im Materiellen seyn einerley Ursache zuzuschreiben. Die Materie müsse als von zwey Kräften construirt gedacht werden. Vermittelst der einen, die wir Anziehung nennten, strebten die Theilchen der Körper, sich zu nähern, und in einem Zustande des Zusammenhangs zu stehen; mittelst der andern Kraft, die wir Repulsion nennten, würden dagegen die Körpertheilchen in einer gewissen Entfernung von einander gehalten, auch werde ihre wirkliche Berührung verhindert, wie es denn, der Erfahrung zu Folge, keinen Körper gebe, dessen Theilchen nicht durch gehörige Mittel einander näher gebracht werden könnten, oder, welches eins sey, dessen specifisches Gewicht nicht durch Erniedrigung seiner Temperatur zunähme.

Durch Erhöhung der Temperatur würden alle Körper ausgedehnt, oder, was einerley sey, werde die Repulsion in ihren Theilchen rege gemacht, und ihre Ausdehnung richte sich nach den verschiedenen Graden der Temperatur. Aus diesem Grunde nehme man mit Recht allgemein an, daß die Grundursache der Wärme dasselbe etwas sey, dem man die Repulsion in der Materie zuschreiben müsse.

Diejenigen, welche die Materialität der Wärme behaupteten, nähmen an, daß der Wärmestoff, der die Repulsion der Körper und die Elasticität der Gasarten durch seine Verbindungen mit ihnen bewirken solle, ein ursprünglich elastisches Fluidum sey, und sagten nicht, woher die Repul-

*) Contributions to physical and medical knowledge, collected by Beddoes. Bristol 1799. 8. p. 1 sqq.

Repulsion und Elasticität dieses Fluidums rühre. Sie erklärten daher sehr unlogisch die Repulsion und Elasticität wieder durch Repulsion und Elasticität. Die willkürliche Annahme eines Wärmestoffs gebe daher gar keinen Aufschluß über die wirkende Ursache der Repulsionskraft.

Nähme man wirklich einen Wärmestoff an, so könne die Temperatur der Körper nicht anders, als entweder durch Veränderung ihrer Wärmecapacität, oder durch Zuleitung der Wärme, die sich in schon erhitzten Körpern befinde, erhöht werden. Diesem gemäß müßte also die Temperaturerhöhung, die durch Reiben und Stoßen bewirkt werde, nur auf eine der drey folgenden Arten entstehen können: a) entweder dadurch, daß das Reiben und Stoßen in den Körpern eine Verminderung ihrer Capacität bewirke: b) oder dadurch, daß Reiben die Körper fähig machte, das umgebende Sauerstoffgas zu zersetzen, da dann, beym Freywerden des Wärmestoffs, der Sauerstoff sich mit den Körpern, die gerieben würden, verbinden müßte; c) oder dadurch, daß das Reiben die Körper in den Stand setzte, Wärmestoff aus den benachbarten Körpern an sich zu ziehen.

Um zu sehen, ob die Temperaturerhöhung durch Reiben beständig auf eine dieser drey Arten, welche nach dem System der Materialität der Wärme allein denkbar sind, entstehe, stellte Davy folgende Versuche an:

Zwey Parallelipipeda von Eis an starken Eisenstäben befestiget, wurden bey einer Temperatur von 29° Fahrenheit einige Minuten lang so an einander gerieben, daß kein anderer Theil des Apparats Reibung erlitt. Die Eisstücken schmolzen bald an der sich reibenden Oberfläche zu Wasser, dessen Temperatur 35° war, nachdem es einige Minuten in einer niedrigern Temperatur gestanden hatte. Hieraus erhelle also, daß das Eis sich in Wasser verwandelt, ungeachtet, der Theorie nach, die Capacität desselben hätte sollen vermindert werden. Bekanntlich sey aber die Capacität des Wassers zur Wärme größer, als die des Eises, welches eine absolute Wärme bedürfe, um in Wasser überzugehen. Die

Friktion vermindere also nicht die Capacität der Körper für die Wärme. Auch sey aus diesem Versuche klar, daß die durch Reibung bewirkte Temperaturerhöhung nicht aus der Zersetzung des Sauerstoffgas entstehen könne, weil das Eis keine Verwandtschaft zum Sauerstoff habe.

Ferner wurde im luftleeren Raume ein Uhrwerk in Bewegung gesetzt, mittelst dessen sich ein metallenes Rad an einer dünnen Metallplatte rieb. Dabey war eine beträchtliche Wärmeentwickelung bemerkbar. Hierauf wurde der Apparat unter einem Recipienten voll kohlensaures Gas, in welchem sich zugleich ätzendes Kali befand, auf die Luftpumpe auf eine Eisscheibe gesetzt, längs deren Rande sich eine kleine Vertiefung voll Wasser befand, und durch Auspumpen und Absorption des letzten Rückstandes, ein, allem Vermuthen nach, vollkommen luftleerer Raum hervorgebracht. Als darauf das Uhrwerk in Bewegung gesetzt wurde, entstand offenbar eine Temperaturerhöhung, die sich dadurch zeigte, daß Wachs schmolz. Die Temperatur des Eises und der Atmosphäre war Anfangs des Versuches 32° Fahrenh. und eben so hoch zu Ende des Versuchs. Nur die Temperatur des kältesten Theils des Apparats war während des Versuchs von 32° bis nahe 33° gestiegen, so daß die Friktion die Temperatur der verschiedenen Theile des Apparats um etwa 1° erhöht, und zugleich 18 Gran Wachs geschmolzen hatte. Hier wurde also durch Reiben freyer Wärmestoff angehäuft, welcher von den Körpern hätte herkommen müssen, die mit der Maschine in Berührung standen. Eis war aber in diesem Versuche der einzige Körper, der den ganzen Apparat berührte; und hätte dieses die entwickelte Wärme hergegeben, so würde das Wasser, das sich am Rande des Eises befand, haben frieren müssen. Da dieß nicht der Fall war, so könne der Wärmestoff von keinem der Körper hergekommen seyn, die mit der Eisscheibe in Berührung gestanden, denn sonst hätte er, um zum Apparate zu gelangen, durch das Eis durchdringen und es flüssig machen müssen.

Da nun in diesen beyden Versuchen die erzeugte Wärme weder durch Capacitätsverminderung, noch durch Zersetzung des Sauerstoffgas, noch durch Zuleitung von anderen Körpern entstehen konnte, und sie auf eine dieser drey Arten hervorgebracht werden müßte, wenn sie ein besonderer Stoff wäre: so sey mit Recht zu schließen, daß kein Wärmestoff existire, und daß die Erscheinungen der Wärme von einer besondern Bewegung der Körpertheilchen herrühre.

Herr Davy stellt nun folgende Theorie der Wärme auf. Alle festen Körper werden durch langes und heftiges Reiben ausgedehnt, und wenn ihre Temperatur höher, als die unsers Körpers wird, afficiren sie unsere Gefühlsorgane durch die Empfindung der Wärme. Beym Expandiren entfernen sich die Theile der Körper von einander, werden mithin in Bewegung gesetzt; und da sich auch das Reiben und Stoßen ohne Bewirkung einer Bewegung und Erschütterung der Körpertheilchen nicht denken lassen: so dürften wir allerdings schließen, daß diese Bewegung die Wärme selbst oder die repulsive Kraft sey.

Die Wärme also, oder die Kraft, welche die unmittelbare Berührung der kleinsten Theile der Körper verhindert und in uns die Empfindung der Kälte und Wärme hervorbringe, sey demnach nichts anders als eine eigene Art von Bewegung, wahrscheinlich eine Vibration der kleinsten Theile der Körper, wodurch diese von einander entfernt werden. Wir könnten sie daher die repulsive Bewegung nennen.

Die Wirkung der repulsiven Kraft auf die Körpertheilchen setzte eine Wirkung der attraktiven Kraft voraus. Die attraktive Kraft oder die Attraktion sey eine zusammengesetzte Wirkung der Cohäsion, der Gravitation und des Drucks, welcher durch die Gravitation der umgebenden Substanzen hervorgebracht werde. Die abstoßende Kraft oder die Repulsion sey ein mitgetheilter Impuls, der die Körpertheilchen durch Bewegung oder Schwingung von einander entferne, und der durch Reiben oder Stoßen hervorgebracht, oder richtiger vermehrt werden könne. Die Attraktion sey der Centripetal-

tripetalkraft, und die Repulsion und repulsive Bewegung der planetarischen Centrifugalkraft vollkommen analog.

Die verschiedenen Aggregatzustände der Körper hingen von dem verschiedenen quantitativen Verhältnisse der auf sie wirkenden Attraktion und Repulsion ab. Je nachdem die Attraktion überwiegend sey, oder beyde gleich seyn, oder die Repulsion vorwalte, sey der Körper im Zustande der Festigkeit, oder der tropfbaren Flüssigkeit, oder des Gas. Noch gebe es einen Aggregatzustand, der bisher unbemerkt geblieben sey, und in dem sich nur ein bekannter Stoff, nämlich das Licht, befinde. In diesem Zustande prädominire die Repulsion so sehr über die Attraktion, daß sich die Theilchen mit der größten Schnelligkeit und ins Unendliche von einander trennten, und die Gravitation sehr wenig auf sie zu wirken scheine. Dieser Zustand könnte die repulsive Projection genannt werden.

Außerdem schienen verschiedene in einem Zustande der Aggregation befindliche Körper in Rücksicht des Verhältnisses ihrer Kräfte, durch die sie constituirt würden, verschieden zu seyn, und dieß bewirke die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes der einzelnen festen, flüssigen oder gasartigen Körper unter einander.

Die Veränderung und der Uebergang eines Aggregatzustandes zu einem andern bestehe hiernach darin, daß das bisher in einem Körper obwaltende Verhältniß dieser beyden Grundkräfte in ein anderes umgeändert werde. Expansion und Contraktion seyn die Merkmahle der zunehmenden Repulsion oder Attraktion.

Die repulsive Bewegung könne in den Körpern auf dreyerley Art erregt und vermehrt werden: a) durch Reiben oder Stoßen. In diesem Falle verwandle sich die mechanische Bewegung, welche die Massen bey ihrem Aneinanderreiben verlören, in abstoßende Bewegung ihrer Theilchen. b) Durch die Bewegungen chemischer Verbindungen und Zersetzungen. c) Durch Mittheilung repulsiver Bewegung von benachbarten Körpern.

Die

Die Eigenschaft der Körper, repulsive Bewegung mitzutheilen oder zu empfangen, heiße Temperatur. Sie werde hoch genannt, wenn der Körper repulsive Bewegung mittheile; niedrig, wenn er welche empfange. Die Kraft, repulsive Bewegung mitzutheilen und anzunehmen, sey, so wie die Geschwindigkeit der Annahme und Mittheilung, in den Körpern und ihren verschiedenen Aggregatzuständen verschieden, und richte sich, so viel wir wüßten, nicht nach den absoluten Quantitäten der in ihnen repulsiven Bewegung, sondern nach ihrer besondern uns unbekannten atomistischen Construktion. Da die Neigung, abstoßende Bewegung mitzutheilen, durch eine Vermehrung derselben verstärkt, und durch jede Verminderung geschwächt werde, so bestimme das Maß der Temperatur durch Ausdehnung und Zusammenziehung auch das relative Verhältniß der repulsiven Bewegung.

Die Temperaturen der verschiedenen Körper, oder ihre Neigungen, repulsive Bewegung mitzutheilen und zu empfangen, werden durch den Zusatz und durch die Erhitzung gleicher Quantitäten repulsiver Bewegung verschiedentlich vermehrt und vermindert. Die Eigenthümlichkeit, mit der sie sich von einander unterscheiden, nennten die Caloristen ihre Capacität für Wärme. Schicklicher könnte man sie ihre Temperaturfähigkeit nennen, weil sie sich nicht auf die absoluten Quantitäten repulsiver Bewegung, die sie aufnehmen könnten, sondern nur auf die Temperatur beziehe. Alle Körper seyn irgend einer Vermehrung der repulsiven Bewegung fähig; aber ihre Temperaturen würden dadurch verschiedentlich erhöht, d. h. sie hätten eine verschiedene Temperaturfähigkeit. Derjenige Körper habe die geringste Temperaturfähigkeit, der die größte Capacität für die repulsive Bewegung besitze, und so umgekehrt.

Die Temperaturfähigkeit werde durch Vermehrung der repulsiven Bewegung vermindert, und durch Verminderung derselben vermehrt, daher sie im festen Zustande eines Körpers größer, als in seinem flüssigen, und am schwächsten in seinem gasförmigen Zustande sey. Sie hänge zugleich von

dem

dem Drucke ab, unter welchem sich die Körper befänden, und werde durch Druck vermehrt, durch Aufhebung desselben vermindert. Im ersten Falle werde die Temperatur erhöht, im letztern erniedrigt. Auch werde die Temperaturfähigkeit durch chemische Verbindung vermehrt und vermindert; im erstern Falle sey die Temperatur des Produktes größer als die der einzelnen constituirenden Bestandtheile, im letztern geringer.

Wenn Körper sich repulsive Bewegung mittheilten, so sey die Bewegung, welche der eine gewinne oder verliere, genau der gleich, welche der andere verliere oder gewinne. Zwey der Quantität und Qualität nach gleiche Körper erhielten bey der Berührung durch die Vertheilung der repulsiven Bewegung eine gemeinschaftliche Temperatur, und diese sey das arithmetische Mittel ihrer ursprünglichen Temperaturen.

Zwey gleichartige Körper, deren Quantität und Temperatur verschieden sey, erhielten durch diese Vertheilung auch eine gemeinschaftliche Temperatur; die mitgetheilte repulsive Bewegung vertheile sich folglich unter sie nach dem Verhältnisse ihrer verschiedenen Quantitäten.

Zwey Körper von verschiedener Temperaturfähigkeit und verschiedener Temperatur empfingen bey ihrer Berührung ebenfalls eine gemeinschaftliche Temperatur. Hier richte sich aber die mitgetheilte repulsive Bewegung nach dem zusammengesetzten Verhältnisse der Quantitäten ihres materiellen Stoffs und ihrer verschiedenen Temperaturfähigkeiten.

Da es keinen Wärmestoff gebe, so sollte auch der Nahme Gas, im Sinne der neuern Nomenklatur, eben so wie das Wort Calorique aus der Chemie verbannt werden, weil 1) die Körper beym Uebergange aus dem festen in den flüssigen Zustand keine wesentliche Veränderung erleiden; es könne also keine neue chemische Verbindung angedeutet werden; 2) alle Körper seyn, ohne Rücksicht ihres Zustandes, in der neuen Nomenklatur mit ihrem eigenthümlichen Nahmen belegt worden; man habe nicht die Nahmen festes Gold, flüssiges

flüssiges Gold u. s. w. wie Sauerstoffgas u. s. w. eingeführt; 3) da alle Gasarten sich in der gewöhnlichen Temperatur gasförmig erhalten, so würden die Nahmen ohne Zusatz Gas, hinreichen. Einfache Substanzen sollte man durch eigenthümliche, ihre Natur bezeichnende Nahmen, zusammengesetzte hingegen durch solche Nahmen unterscheiden, die von ihren Bestandtheilen entlehnt seyn.

Zuletzt erklärt Davy noch die Explosion bey Verpuffungen durch die große Vermehrung der repulsiven Bewegung mittelst der schnell trennenden und verbindenden chemischen Bewegungen, die bey dergleichen Processen obwalteten. Das donnernde Geräusch derselben schreibt er der Bewegung zu, die in der Atmosphäre durch das schnelle Verdrängen einer eben so großen Luftmasse als die ist, die im Processe erzeugt wurde, veranlaßt wird. Die Hypothese der Caloristen über das Verpuffen sey eine ihrer absurdesten. Denn da nach ihrer Theorie das Freywerden des Wärmestoffs aus Körpern in chemischen Processen durch eine Verminderung ihrer Capacitäten entstehe, so würde daraus folgen, daß, weil der Salpeter verpuffen könne, die Wärmecapacitäten des Kali, des Azotes und der Kohlensäure viel geringer seyn müßten, als in der Kohle und dem Salpeter. Dieses sey aber völlig falsch, da er durch Versuche gefunden habe, daß die vermeinte Capacität des Salpeters und der Kohle viel geringer ist, als die der Kohlensäure, oder die des Azotes einzeln für sich genommen.

William Henry zu Manchester hat nicht allein gegen Davy's Darstellung seiner Gründe für die Immaterialität der Wärme sehr gegründete Einwendungen gemacht, sondern auch des Grafen von Rumford's Behauptung von der Immaterialität derselben sehr gründlich widerlegt. Nimmt man an, sagt er, daß es eine Wärmematerie gibt, und daß die Temperatur eines Körpers auf der Gegenwart nicht gebundenen Wärmestoffs beruht: so muß bey einer Temperaturerhöhung der freye Wärmestoff, den sie bewirkt, entweder von den umgebenden Körpern mitgetheilt werden, oder er muß aus

einer innern Wärmequelle herrühren, d. h. aus einem Körper entbunden werden, in welchen er zuvor latent oder gebunden war. Nun wird aber durch Reiben und Schlagen die Temperatur der Körper stets erhöht. Läßt sich das wirklich aus keiner der beyden Ursachen erklären?

1) Daß den geriebenen Körpern keine Wärme durch Mittheilung zugeführt werde, schließt Davy daraus, daß in einem seiner Versuche eine dünne Metallplatte durch Reiben erwärmt wurde, ungeachtet sie in einem völlig luftleeren Raum auf einer Eisscheibe stand, und dadurch von allen Körpern isolirt war, die vermögend gewesen wären, ihr Wärmestoff zuzuführen.

Allein die Isolirung des Apparats in seinem Versuche war nichts weniger, als eine unvollkommene. Nach Rumford's Versuchen ist selbst die torricellische Leere ein Wärmeleiter. Erzeugt daher Reibung in Körpern eine Veränderung, welche sie fähig macht, aus den umgebenden Körpern Wärmestoff an sich zu ziehen, so wird diese Anziehung im luftleeren Raume eben so wohl als in der Luft vor sich gehen, und zwar nach dem Verhältnisse beyder für Wärme, d. i. 702 : 1000.

In des Grafen von Rumford's Versuchen über die Wärmeerzeugung durch Reibung, war das Metall, das gerieben wurde, ringsum mit Wasser umgeben, und alle Luft aufs sorgfältigste davon abgehalten. Und doch kam das Wasser zum Kochen, und wurde lange Zeit über im Kochen erhalten. Der einzige Körper, der in diesem Falle Wärme durch Mittheilung zuführen konnte, war der Bohrer; ist es anders richtig, daß das Wasser ein vollkommener Nichtleiter der Wärme ist, wie von Rumford behauptet.

Daß es übrigens ungereimt sey, anzunehmen, ein Körper könne in demselben Zustande Wärme anziehen und auch hergeben, könne man nicht absehen. Wir hätten ein ähnliches Beyspiel von gleichzeitigen Anlassen und Austreiben eines feinen materiellen Fluidums bey der Elektrisirmaschine, welche elektrische Materie zugleich von außen erhalte, und

auf

auf benachbarte Leiter verpflanze. Auch in glühenden Körpern finde vielleicht in demselben Augenblicke Absorption und Deradiation des Lichtes Statt.

II) Daß die Temperaturerhöhung geriebener Körper nicht daher rühren könne, daß aus ihnen gebundener Wärmestoff frey werde, schließe man daraus, weil sonst die absolute Menge von Wärmestoff in einem Körper durch Reibung vermindert werden müsse, wogegen der erste Versuch Davy's und ein Versuch des Grafen **von Rumford's** sprächen. Da zwey Eisstücke, die Davy an einander rieb, schmolzen, und Wasser mehr Wärmestoff enthält, als das Eis, woraus es entsteht: so war hier durch das Reiben die absolute Wärmemenge im Eise vermehrt worden, gegen die Hypothese. Graf **von Rumford** zeige ebenfalls durch Versuche, daß die specifische Wärme des Metalls nicht abnehme, wenn es durch das Reiben gegen den Bohrer in Späne verwandelt werde, wobey es viel Wärme hergebe.

Daß in diesen Versuchen Davy's und des Grafen **von Rumford's** die Wärme nicht von außen mitgetheilt sey, lasse sich nicht behaupten, so lange nicht die Unmöglichkeit einer Mittheilung von Wärme ganz außer Streit gesetzt sey. Indessen auch hiervon abgesehen, so seyen beyde Versuche nur dann überzeugend, wenn sich die Wärmemengen in Körpern vor und nach dem Reiben genau mit einander vergleichen lassen. Allein es sey sehr zu bezweifeln, daß wir dazu schon weit genug in der Wärmelehre vorgeschritten seyn. Besonders habe ihm die Bestimmung des Verhältnisses der latenten Wärme in Körpern immer verdächtig geschienen, und er halte alle Gründe gegen die Materialität der Wärme, die aus angeblichen Bestimmungen dieses Verhältnisses hergenommen seyn, für völlig unzureichend.

Wärmestoff lasse sich weder wägen noch dem Volumen nach bestimmen. Wir könnten daher die Wärmemengen nur aus andern Wirkungen, so fern diese ihren Ursachen proportional seyn, messen, und zwar diene uns dazu in der Regel die Ausdehnung der Körper durch die Wärme, auf der

alle unsere Wärmemesser beruheten. Diese seyen aber noch sehr mangelhaft, da sie 1) nur die Wärme, welche sie selbst angenommen hätten, und nicht die der umgebenden Körper anzeigten; 2) eine willkürliche Skale hätten, die vom absoluten Nullpunkte bis zum Maximum der Wärme ginge; 3) von der latenten oder chemisch gebundenen Wärme nicht afficirt würden; und 4) schwerlich in ihrer Ausdehnung der wirklichen Wärmezunahme durchgehends, so wie nach Crawford's Versuchen das Quecksilberthermometer zwischen dem Frost- und Siedpunkte, proportional seyn.

Man nehme an, daß ungleichartige Körper in gleichen Massen nicht gleich viel Wärmestoff enthielten, und suchte das Verhältniß beyder Wärmemengen aus der Temperatur aufzufinden, zu welcher gleiche Massen von verschiedener Temperatur, die man mit einander vermische, gelangten. Diese Annahme sey aber offenbar willkürlich, da es sich mit eben so viel, ja noch mit mehr Rechte annehmen lasse, daß eine Masse, die bey gleicher Temperatur mit einer andern weniger latente Wärme, als diese, enthalte, bey gleichen hinzugefügten Wärmemengen eben deßhalb mehr Wärme, als diese, binde, wie denn z. B. manche trockene Salze mehr Feuchtigkeit aus der Luft, als andere Salze, die mehr Krystallisationswasser enthalten, anziehen. Die gewöhnliche Methode, die specifische Wärme der Körper zu bestimmen, beruhe daher auf einer Annahme, die kein sicheres Datum, sondern erst noch zu erweisen sey.

Sey diese Methode nicht gehörig begründet, so seyen es eben so wenig die Folgerungen, die man aus ihr gezogen habe. Wenn daher Crawford darauf, daß die Capacität des Eises für Wärme um $\frac{1}{10}$ kleiner als die Wärmecapacität des Wassers sey, und daß Eis beym Schmelzen 146° Wärme entbinde, schließe, der Punkt absoluter Kälte liege 1460° Fahr. unter dem natürlichen Frostpunkte, so sey diese Bestimmung unzulässig und ohne Grund. Ueber dieß wäre es die Frage, ob dieses bloß das absolute Null der freyen Wärme, oder auch der latenten Wärme seyn solle.

Auf

Auf diese Art hat Henry die Gründe widerlegt, mit denen Davy und von Rumford die Immaterialität der Wärme beweisen wollten.

Hiernächst führt nun auch Henry die Gründe an, welche ihm die Materialität des Wärmestoffs wahrscheinlich machen. Der Wärmestoff nimmt einen Raum ein, und ist ausgedehnt, denn er erweitert den Raum anderer Körper. Dieses könnte nicht geschehen, wäre er nicht auch undurchdringlich. Daß er schwer sey, habe man noch durch keine Versuche darzuthun vermocht; dieses sey es aber auch Alles, was aus den hierher gehörigen Versuchen Büffon's, Whitehorst's, Fordyce's, Pictet's und Graf von Rumford's folge. Gerade so sey das Licht unwägbar, ohne daß man deßhalb demselben die Materialität abspreche. Dagegen scheine der Wärmestoff chemischen Anziehungen unterworfen zu seyn. Ließe sich das außer Zweifel setzen, so hätten wir ein wichtiges Argument für die Materialität des Wärmestoffs. Daß aber chemische Verwandtschaften an den Phänomenen der Wärme großen Antheil haben, schließt Henry aus Folgenden. Alle charakteristische Kennzeichen des freyen Wärmestoffs verschwinden, so bald durch ihn Formänderungen in andern Körpern hervorgebracht werden; zugleich sind die Eigenschaften der so veränderten Körper wesentlich verändert. Dieses sey aber das einzige unzweydeutige Merkmahl, das wir überhaupt für chemische Vereinigung und Spiel chemischer Verwandtschaften hätten. 2) Hierbey scheine wahre Wahlverwandtschaft Statt zu finden. Werden z. B. einige Metalloxyde in hohe Hitze gebracht, so verbindet sich der Wärmestoff lediglich mit dem einen Bestandtheile dieser Oxyde, und scheidet ihn ab. Bey mehreren Verbindungen zweyer Stoffe wird Wärmestoff ausgeschieden, bey andern verschluckt, je nachdem die Stoffe verbunden, den Wärmestoff schwächer, als einzeln anziehen. 3) In manchen Fällen wirkt der Wärmestoff mit zu Trennungen durch doppelte Wahlverwandtschaften, wie z. B. bey der Zersetzung des Wassers durch Eisen, und der kohlensauren Alkalien durch eine Säure. 4) Auch scheine

der Wärmestoff manchmahl als Aneignungsmittel zwischen Stoffen zu wirken, die ohne Wärme nicht vereinbar sind, z. B. zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff, die sich nur in hohen, nie in niedern Temperaturen, zu kohlensauren Gas verbinden.

In Crawford's Theorie werde den Verwandtschaften des Wärmestoffs kein Einfluß auf die Phänomene der Wärme eingeräumt; er behaupte ausdrücklich, die Elementarwärme sey unfähig, sich mit andern Körpern chemisch zu verbinden. Capacität für Wärme ist daher nach Crawford's Sinn von Verwandtschaft des Wärmestoffs verschieden. In den Anwendungen, welche Crawford und andere von jenem Begriffe gemacht haben, nehmen sie Capacität im gewöhnlichen Sinne; und ist dieß der Fall, so setzt Verschiedenheit von Wärmecapacität Verschiedenheit in der Größe der Zwischenräume zwischen den kleinsten Körpertheilchen voraus, und daß hierauf die Unterschiede beruhen, die wir in dem Aufnehmen und Mittheilen von Wärme in den verschiedenen Körpern bemerken. Nach dieser Theorie sind die Körpertheilchen selbst ohne Kraft, und haben kein Vermögen, den Wärmestoff um sich zu häufen und zu fesseln; aber eben deßhalb scheint sie Herrn Henry nicht hinzureichen, alle Erscheinungen der Wärme genügend zu erklären.

Nach der Capacitätslehre gehe in manchen Fällen eine Formänderung eines Stoffs der Absorption von Wärmestoff vorher. Wenn z. B. bey Aufhebung des Luftdrucks Aether die Gasgestalt annimmt, so wird nach dieser Hypothese die Capacität des Aethers dadurch, daß er sich volatisirt, erhöhet, und deßhalb Wärmestoff absorbirt. Diese Ansicht des Phänomens widerspreche aber geradezu einem ausgemachten Grundsatze, daß nämlich alle flüssigen Körper, während ihres Uebergangs in Dampfgestalt, Wärmestoff absorbiren. Ein Thermometer, das unter den Recipienten der Luftpumpe in den Aether gesetzt wird, sinke während des Auspumpens allmählich, indeß die Verdunstung sichtlich schwächer werde, und zuletzt noch kaum wahrzunehmen sey. Daraus läßt sich vermuthen,

muthen, daß die Verflüchtigung des Aethers, wenn die Temperatur bis auf einen gewissen Punkt abgenommen hat, gänzlich aufhören würde, könnte man die Mittheilung von Wärmestoff aus den umgebenden Körpern gänzlich verhindern. Nach der Theorie der Capacitäten müßte dagegen die Verdünstung zuletzt eben so schnell, als zu Anfange, vor sich gehen, und ganz unabhängig von der Temperatur seyn, welches, wie bekannt, gegen alle Erfahrung ist.

Aus diesen Gründen sey es vielmehr wahrscheinlich, daß das Bestreben des Aethers, die Gasform anzunehmen, auf seiner chemischen Verwandtschaft zur Wärme beruhe. Druck verhindere die Expansion, wirke dadurch der chemischen Verwandtschaft entgegen, und könne, sey er stark genug, den Erfolg der Verwandtschaft eben so wohl, als das von der Cohärenz bekannt sey, gänzlich zurückhalten.

Und so kämen also der Ursache von Wärme alle Eigenschaften der Materie, bis auf die Schwere zu; weßhalb wir sie billig für eine Materie eigenthümlicher Art halten.

In Ansehung der Unterschiede der Phänomene der Wärme von den bekannten Phänomenen der Bewegung begnügt sich Henry nur einen der auffallendsten und entscheidendsten anzuführen. Bewegung sey ein Attribut der Materie, und könne nicht ohne Materie in der Natur vorhanden seyn. Nun aber gehe, nach Rumford's Versuchen, die Wärme durch die torricellische Leere hindurch, in welcher nichts vorhanden sey, was Bewegung fortpflanzen könnte. Dieser Versuch scheine ihm daher entscheidend darzuthun, daß Wärme unabhängig von aller andern Materie, mithin auch von aller Bewegung, existiren könne — daß folglich Wärme selbst körperlich und eine Materie besonderer Art sey.

Zu diesen Beweisen des Herrn Henry füge ich noch folgende Bemerkung bey. In unserer äußern Sinnenwelt läßt sich keine Kraft ohne Materie gedenken. Wenn also Wärme bloß die repulsive Kraft der Materie wäre, so könnte unmöglich da Wärme seyn, wo keine Materie sich befände. Nach den Versuchen ist es aber bekannt, daß in der torri-

cellischen Leere sich Wärme aufhalten könne; folglich kann unmöglich die Wärme mit der repulsiven Kraft der Materie einerley seyn. Ueber dieß ist nach der dynamischen Lehre die repulsive Kraft der Materie eine Flächenkraft, und folglich nicht durchdringend; sie könne daher auch nicht auf andere Materie in der Entfernung unmittelbar wirken. Die Wärme wirkt aber durch den leeren Raum; es ist also entscheidend, daß sie eine Materie von eigener Art seyn müsse.

Wasser. (Zus. zur S. 526. Th. V.) Des Hrn. de Lüc Einwürfe gegen die Erzeugung des Wassers durchs Verbrennen des Sauer- und Wasserstoffgas sind vorzüglich aus seinen Beobachtungen meteorologischer Erscheinungen, besonders der Bildung der Donnerwolken und des Regens hergenommen; Erscheinungen, welche oft bey vollkommen heller Luft von einem Momente zum andern vorkommen. Die hauptsächlichsten seiner aufgezählten Einwürfe sind folgende:

1) Wenn ein Gemenge von Sauerstoff- und Wasserstoffgas so stark wie möglich elektrisirt wird, so erfolgt keine Auflösung oder Zersetzung in dem Gemenge, sondern hierzu wird nothwendig eine Abscheidung der elektrischen Flüssigkeit, d. h. ein elektrischer Funken, erfordert; da aber die Donnerwolken öfters ohne die mindeste Spur von elektrischen Funken zum Vorschein kommen, so kann man auch die Erzeugung der Wolken, welche doch eigentlich die Quellen des Regens sind, nicht dieser Ursache zuschreiben.

2) Wasserstoffgas müsse nothwendig, als Ursache des Regens zu Folge dieser Hypothese, in der Luft an den Stellen vorhanden gewesen seyn, wo der Regen fiel, aber in diesem Falle müßten die Bewohner der Berggegenden oder hoher Gebirge, wenn sie Feuer an diesen Stellen machen, die mit der brennbaren Luft gemengte Luftschicht anzünden, und dadurch die ganze Atmosphäre in Brand setzen; oder wenn auch dieses nicht geschähe, so müßte wenigstens der erste elektrische Funken, welcher durch diese Luftschicht ging, weit entfernt, die Operation zu erneuern, welche wir im Kleinen durchs

durchs Verbrennen dieser Luftarten vorgehen sehen, dieser vielmehr durch eine erschreckliche Erschütterung und Wasserfluth ein Ende machen.

3) Wenn das Wasserstoffgas mit dem Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft verbrennt, und dadurch Wasser erzeugt wird, so ist der Rückstand, er mag nun Salpeterstoffgas oder kohlensaures Gas seyn, schädlich und tödtend für Menschen und Thiere; und doch empfindet man nicht die geringste Beschwerlichkeit beym Athemhohlen in den Luftschichten, in welchen sich die Donnerwolken entladen.

4) Wolken und Platzregen entstehen öfters ohne die mindeste Spur von elektrischen Funken, und sehr oft von einem Momente zum andern, in der durchsichtigsten und trockensten Luft.

Gegen diese Einwürfe antwortet aber schon der Herr von Hauch auf eine sehr treffende und mit den neuesten Beobachtungen sehr übereinstimmende Art. Er bemerkt

1) es sey ausgemacht, daß ein Gemenge von Sauerstoff- und Wasserstoffgas, zu Folge der angenommenen Theorie, nicht aufgelöst, d. h. daß es nicht zu Dämpfen, Dünsten, oder im Großen zu Wolken, gebildet werden könne, ohne Beyhülfe eines elektrischen Funkens; aber, fragt er, ist es eben so ausgemacht, daß diese beyden Luftarten, als Luftarten, zu diesen Erscheinungen erfordert werden? Nein, gewiß nicht; nur die Grundstoffe derselben, nämlich der Sauer- und Wasserstoff sind hierzu unumgänglich nothwendig. Wir können diese Grundstoffe nicht abgesondert darstellen; sie sind uns nur in Verbindung mit anderen Grundstoffen oder Körpern bekannt, so wie sie auch in den angeführten Luftarten mit Wärmestoff verbunden sind.

Aber wenn zwey mit einander verbundene Körper getrennt werden, oder mit anderen Körpern neue Verbindungen eingehen sollen: so kann dieß nach vorhergegangener Veränderung in dem Zusammenhangs- und Aggregatszustande des ganzen Körpers erfolgen; eine Bedingung, welche von allen uns bekannten Mitteln der Wärmestoff am besten erfüllt.

Sollen also der Sauer- und Wasserstoff in eben genannte Luftarten aus ihrer bisher mit dem Wärmestoffe gehabten Verbindung gesetzt werden, um eine innige Vereinigung mit einander einzugehen, so ist hierzu die erhöhete Temperatur das dienlichste Mittel; und daher ist das Anzünden des Gemenges zur Erzeugung des Wassers unumgänglich nothwendig, wodurch der Wärmestoff beyder Luftarten frey wird, und die zurückbleibenden Grundstoffe durch kein Bindungsmittel mehr gehindert werden, sich mit einander zu vereinigen, und den zusammengesetzten Körper hervorzubringen, welchen wir Wasser nennen. Aber wir dürfen vermuthen, daß es ganz anders in den obern Regionen jener größern Werkstätte unsers Luftkreises zugehe; denn wir finden nichts Vernunftwidriges in der Voraussetzung, daß sich hier die mannichfaltigen einzelnen Grundstoffe, durch deren Vereinigung die unendlich vielen zusammengesetzten Körper entstehen, abgesondert und ohne Verbindung mit einander befinden. Nach dieser Voraussetzung wird zur Vereinigung der genannten Grundstoffe nichts anders erfordert, als daß sie einander begegnen, oder eine gegenseitige Anziehungskraft besitzen, um Wolken zu bilden, aber keinesweges ein elektrischer Funken, oder eine Verbrennung. Da dieß nun als ein Scheidungsmittel anzusehen ist, wodurch der mit benannten Luftarten gebundene Wärmestoff frey, und das Hinderniß für die Vereinigung der Grundstoffe zur Erzeugung des Wasser gehoben wird.

So werden wir, wenn unsere Kenntnisse und Fertigkeiten einst jenen Grad von Vollkommenheit erreicht haben, daß wir die Grundstoffe abgesondert und ohne Verbindung mit andern Körpern darstellen können, nicht mehr zur künstlichen Hervorbringung des Wassers der Anzündung mehr benannter Luftarten bedürfen, da die Vermischung oder bloße Vereinigung des Wasser- oder Sauerstoffes vielleicht hinreichend seyn wird.

Was den zweyten von de Lüc aufgeworfenen Satz anlangt, so scheint es dem Herrn von Hauch gleichfalls, daß

das,

das, was seiner Meinung nach, der Theorie zu Folge, eintreffen sollte, und doch gegen die Erfahrung streite, ein Vorwurf sey, wozu die Theorie nicht berechtige, und der sich allein auf die Voraussetzung gründe, daß das Wasserstoffgas unumgänglich nothwendig sey zur Erzeugung des Wassers; denn nehme man sehr wahrscheinlich an, daß hierzu allein der Wasserstoff erfordert werde, so sey leicht einzusehen, daß dieser die nöthige Vereinigung mit dem Sauerstoff eingehen könne, um dadurch Wolken oder Wasser in Dunstgestalt zu bilden, ohne vorher Luftgestalt angenommen, und noch weniger ohne zuvor als brennbare Luft sich den Spitzen unserer Berge genähert, oder mit andern Worten, als untere Schicht unserer Atmosphäre sich der Gefahr ausgesetzt zu haben, durch die Feuerstellen der Bergbewohner in Brand zu gerathen, da dieses Gas zu Folge seiner specifischen Leichtigkeit gegen die atmosphärische Luft auf dieser fließen müsse, und sich nicht nahe bey der Erde aufhalten könne.

3) Bey der Verbrennung des Sauerstoffgases in der atmosphärischen Luft müsse, wie de Lüc sehr richtig bemerke, die zum Einathmen undienliche Luft der Atmosphäre nothwendig zurückbleiben; aber des oben Angeführten nicht zu gedenken, wodurch die Unrichtigkeit der Voraussetzung hinlänglich gezeigt worden, daß Wolken und Regen auf dieselbe Art gebildet werden, wie künstlich erzeugte kleine Quantitäten Wasser: so lasse sich hierbey noch anführen, daß, wenn auch durch Verbrennung beyder Luftarten der Regen gebildet werden sollte, so müßte bey der daselbst natürlicher Weise erfolgenden Verdünnung der Luft, die benachbarte atmosphärische dahin drängen, und die verdünnte und zur Einathmung untaugliche abtreiben: über dieß müsse man in Betrachtung ziehen, daß die dabey entstandene Kohlensäure von dem bey der Verbrennung erzeugten Wasser eingesogen werden würde. Inzwischen bedürfe die Theorie dieser Vertheidigungsgründe nicht, da es nicht die Luftarten, sondern nur ihre Grundstoffe seyn, welche zur Bildung des Wassers erfordert würden.

4) Daß der vierte Satz die Wahrscheinlichkeit der Lehre von den Bestandtheilen des Wassers nicht schwächen könne, lasse sich durch die tägliche Erfahrung beweisen; denn da das Wasser- und Sauerstoffgas beym Verbrennen gerade so viel Wasser hervorbringen, als sie selbst an Gewicht betragen, und diese Erscheinung Statt finde, ungeachtet die angewandten Luftarten nicht die geringste Spur von Feuchtigkeit durch das Hygrometer zu erkennen geben, oder nicht im Stande seyn, das kaustische Laugensalz, oder absorbirende Erdarten feucht zu machen, und also nach unseren Einsichten vollkommen trocken seyn: so könne es uns eben so wenig wunderbar vorkommen, daß Wolken und Regen in einer durchsichtigen und für uns vollkommen trocken scheinenden Luft entstehen, da die zur Erzeugung des Wassers nothwendigen Bestandtheile in beyden Fällen, als bereits vorhanden in den Substanzen, durch deren Vereinigung das neue Produkt sich bilde, angenommen werden müßten.

Nach diesem Angeführten scheinen dem Hrn. von Hauch die von de Lüc aufgeworfenen Sätze nicht hinreichend zu seyn, die Lehre von den Bestandtheilen des Wassers umzustoßen, und wenn auch selbst nach seiner Meinung, die endliche Bestimmung der Natur des Wassers einzig und allein durch die Meteorologie abgemacht werden könne: so verdiene doch die Theorie, welche uns die meisten Erfahrungen erkläre, ob sie uns gleich nichts Bestimmtes von den meteorologischen Naturbegebenheiten sagen könne, immer den Vorzug vor jeder andern, welche uns in dieser Hinsicht eben so wenig lehre, und ohne dieß nicht so weit umfassend wie jene sey.

Uebrigens bringt der Herr von Hauch noch ein Paar Versuche bey, bey welchen wirklich eine Zerlegung des Wassers in Sauer- und Wasserstoff erfolge.

Bisher ist das Wasser gewöhnlich für vollkommen flüssig gehalten worden; und auf dieser Voraussetzung beruhen die Gesetze der Hydrostatik und Hydraulik. Der Herr Prof. Gerstner *) kam auf die wahrscheinliche Vermuthung, daß die

*) Neue Abhandlungen der königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. B. III. Prag 1795. S. 141 ff.

die Flüssigkeit des Wassers bey verschiedenen Wärmegraden verschieden seyn könne, und daß dieser Umstand, wenn er wirklich Statt finde, auf die Bewegung des Wassers einen merklichen Einfluß haben müsse. Dieß veranlaßte den Hrn. **Gerstner** gegen das Ende des Jahres 1796. hierüber Versuche anzustellen, aus welchen deutlich zu ersehen ist, daß, nach seiner Meinung, der Widerstand beym Laufe des Wassers in Flüssen und Röhrenleitungen, welchen einige Schriftsteller der Rauhigkeit des Flußbettes und einer daraus entstehenden Reibung, andere der Adhäsion des Wassers an die Wände der Röhren u. s. f. beygemessen haben, größten Theils im eigentlichen Verstande, der unvollkommenen Flüssigkeit des Wassers zuzuschreiben ist.

Sein hierzu gebrauchter Apparat bestand in einem verzinnten Eisenbleche, einem Schwimmer mit einem darauf gesteckten Maßstäbchen, einigen Glasröhren, einer Wasserwage, einem Thermometer und einer Sekundenuhr. Das Gefäß war cylindrisch, $11\frac{1}{2}$ Par. Zoll hoch, und hatte 4 Zoll 11 Linien im Durchmesser. Dieß cylindrische Gefäß war noch mit einem andern umgeben, welches $5\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und $11\frac{3}{4}$ Linien Höhe hatte, so daß zwischen den Wänden beyder Cylinder allenthalben, wie auch unten am Boden, $\frac{1}{4}$ Zoll Zwischenraum blieb. Dieser Zwischenraum wurde bey Versuchen mit höheren Temperaturen mit heißem Wasser von der verlangten Temperatur angefüllt, um dadurch für den innern Cylinder eine gleichförmigere und beständigere Erwärmung zu erhalten. Nahe am Boden des Cylinders war eine Oeffnung von $4\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser; durch diese Oeffnung ging in horizontaler Richtung eine kurze blecherne Röhre, welche an die Wände des innern und äußern Cylinders angelöthet war. Zugleich wurde dafür gesorgt, daß nichts von dieser Röhre über die inwendige Fläche des Gefäßes hervorstand, sondern daß sie mit dem innern Cylinder so viel als möglich eben gemacht wurde. Oben war dieses Gefäß mit einem darauf passenden, in der Mitte erhabenen Deckel versehen, der in seiner Mitte eine 9 Linien weite Oeffnung

nung hatte, durch welche der Maßstab des Schwimmers ganz frey, und ohne sich an den Rand der Oeffnung anzulehnen, nieder zu gehen pflegte.

Der Schwimmer bestand aus einem hölzernen Kreuze, dessen beyde Arme jeder $9\frac{1}{2}$ Elle breit, 2 Linien dick und 4 Zoll 8 Linien lang war, und das ein rundes, etwa $1\frac{1}{2}$ Linien dickes, senkrecht darauf gestecktes Stäbchen trug, welches mit aller Sorgfalt in Zolle und Zehntelzolle eingetheilt war. Man setzte den Schwimmer sammt dem Stäbchen einige Stunden lang auf warmes Wasser, bis er sich vollkommen angetrunken hatte, und richtete dann die Abtheilungen des Maßstäbchens so ein, daß jeder Theilungspunkt bey der Oberfläche des Deckels genau die Höhe des Wasserstandes über der Mitte der Ausflußöffnung anzeigte. Eben so wurde auch dieser Schwimmer vor dem Anfange eines jeden Versuchs einige Stunden lang auf Wasser gesetzt, damit er sich jedes Mahl vorher vollkommen antrinken, und bey den Versuchen selbst keine Unrichtigkeiten mehr veranlassen sollte. Ueberdieß wurde der Stand des Stäbchens während der Versuche noch mehrmahls geprüft, und jeder Versuch, worin sich eine Unrichtigkeit vermuthen ließ, verworfen.

Die Glasröhren wurden aus einem sehr großen Vorrathe 6 bis 7 Fuß langer Barometerröhren ausgewählt. Man nahm hierbey vorzüglich auf gleiches reines Glas, ohne Knöpfe, und auf einen gleichförmigen Durchmesser Rücksicht. Die ausgewählten Röhren wurden nachher noch einer sorgfältigern Prüfung unterworfen, indem man sie, so wie gewöhnlich die Thermometerröhren, mittelst einer hineingelassenen 4 bis 5 Zoll langen Quecksilbersäule Zoll für Zoll prüfte. Nur diejenigen Stücke dieser Röhren, in welchen die Quecksilbersäule sich nicht über $\frac{1}{80}$ ihrer Länge änderte, wurden für tauglich angenommen. Das übrige wurde beyder Seits abgebrochen, und das Ende der Röhren bis auf die erforderliche Länge abgeschliffen. Endlich wurde die erwähnte Quecksilbersäule auf einer Probirwage genau abgewogen. Dieses Gewicht diente, nebst der Länge, welche die Quecksilbersäule

in

in der Röhre einnahm, den Durchmesser derselben weit genauer zu berechnen, als es durch irgend eine andere mikroskopische Messung möglich gewesen seyn würde.

Um den Einfluß, den die Verschiedenheit des Durchmessers der Röhren auf die Bewegung des Wassers hervorbringt, von dem Einflusse, den die Längen der Röhren haben, abzusondern, ließ er Röhren von verschiedenem Durchmesser genau einerley Länge geben, und dann diese Länge bey möglichst ungeändertem Durchmesser abändern.

Das eine Ende jeder Glasröhre wurde mit einem hölzernen zapfenförmigen Ansatze bekleidet, um sie damit sicherer und bequemer an das cylindrische Gefäß anstecken, und nach geendigtem Versuche wieder wegnehmen zu können. Die durchbohrte Oeffnung dieser zapfenförmigen Ansätze war genau so groß, als es die Stärke jeder Glasröhre erforderte, und der äußere Umfang paßte genau in die oben erwähnte blecherne Röhre des cylindrischen Gefäßes. Zugleich wurde dafür gesorgt, daß das Ende dieser Zapfen sammt dem Ende der durchgesteckten Glasröhre mit der innern Fläche des Gefäßes eine vollkommene Ebene bildete.

Die Wasserwage diente so wohl den Tisch, worauf das Gefäß stand, als auch die Röhren vollkommen horizontal zu stellen. Röhren, deren Glas ein wenig gebogen war, wurden so gelegt, daß die Fläche ihrer Biegung horizontal zu liegen kam, damit nämlich die Bewegung des Wassers durch die Röhren, so viel möglich, weder steigen noch fallen, sondern in einer horizontalen Ebene fortgehen möchte.

Die Kugel des Thermometers hatte immer 3 Linien im Durchmesser, und der Zwischenraum zwischen dem Gefrierpunkte und Siedpunkte, der in 80 gleiche Theile getheilt war, eine Länge von 11 Zollen. Man konnte daher Zehntheile eines Grades sehr leicht unterscheiden.

Die Verfahrungsart war nun folgende. Nachdem das Gefäß und die angesteckte Röhre in die erforderliche horizontale Stellung gebracht, und die Ausflußöffnung der letztern gehörig verschlossen war, wurde in das Gefäß heißes Wasser

gegossen,

gegossen, und der Schwimmer mit dem Maßstabe darauf gesetzt. Man wartete nun die Zeit ab, bis durch allmähliche Abkühlung die Temperatur des Wassers dem bestimmten Thermometergrade nahe kam. Geschah dieß, so wurde das Gefäß mit seinem Deckel verschlossen, die Ausflußöffnung der Röhre geöffnet, und das Auge mit dem Rande der Oeffnung des Deckels in horizontaler Lage gehalten; und in dieser Stellung wurden die Zeitsekunden bemerkt, bey welchen die Abtheilungen des Maßstabes unter die Ebene der Oeffnung hinabsanken.

Der Schwierigkeit, dem Wasser eine bestimmte Wärme zu geben, und sie eine so lange Zeit hindurch, als das volle Gefäß zu seiner Ausleerung, besonders bey engen Röhren, nöthig hatte, zu erhalten, wurde dadurch abgeholfen, daß man für jede Temperatur zwey Reihen Versuche machte, die ersten bey einem um 1 oder 2 Grade höhern, und die zweyte bey einem gleichen oder eben so viel niedrigern Grade; woraus sich nachher die Zeitmomente für den dazwischenliegenden Thermometergrad sehr zuverlässig berechnen ließen.

Aus der großen Menge von Versuchen, welche Gerstner anstellte, zog er diese Folgen:

1) Daß die Wärme, nicht etwa unbedeutende, sondern sehr beträchtliche Aenderungen in der Bewegung des Wassers verursacht.

2) Daß die Aenderungen, welche die Wärme in den Geschwindigkeiten des Wassers hervorbringt, beträchtlicher bey Röhren von einem kleinern, als bey Röhren von einem größern Durchmesser sind, und daß sie bey kleinern Geschwindigkeiten ansehnlicher als bey größern werden.

3) Der Einfluß der Wärme ist am größten in der Nähe des Gefrierpunktes. Auch ist sehr sichtbar, daß dieser Einfluß überhaupt nicht im Verhältniß der Wärme zu- und abnehme, sondern sein Maximum habe, welches sowohl von der Geschwindigkeit des Wassers, als auch von der Größe des Durchmessers der Röhre abhängt.

4) Die bekannte Formel des Chevalier du Buat gilt, wenigstens bey den Röhren des Herrn Gerstner, für keinen bestimmten Wärmegrad. Gewöhnlich gibt sie die größern Geschwindigkeiten zu klein, und die kleinen zu groß.

5) Die Wärme allein ist aus dem Grunde, weil sie die Flüssigkeit vermehrt, schon hinreichend, den Kreislauf des Blutes und der Säfte zu beschleunigen. Der Puls schlägt geschwinder unter den heißen Himmelsstrichen, als unter den kalten. Bey Röhren von sehr geringen Durchmessern, als z. B. diejenigen sind, wodurch die Arterien mit den Venen communiciren, macht die Wärme noch weit größere Aenderungen, als in den Versuchen gefunden ward.

6) Daraus erhellet ferner, daß die Vegetation in warmen Sommertagen besser von Statten geht, als im Herbste und Winter. Zugleich zeigt (3) die Ursache, warum für gewisse Pflanzen nur ein bestimmter Wärmegrad am zuträglichsten ist, und warum sie sich nicht nur bey abnehmender, sondern auch bey zunehmender Wärme schlechter befinden.

7) Endlich erklären sich hieraus viele Erscheinungen, die bey dem Laufe des Wassers in Röhren, Kanälen und Flüssen beobachtet werden. In unbedeckten Gerinnen bleibt das Wasser sehr auffallend zurück, wenn Schnee hinein fällt. Ungeachtet das Wasser noch nicht gefriert, so bildet sich hierbey ein Grundeis, welches dem Wasser mehr Consistenz gibt, und auf eine in die Augen fallende mechanische Art die Verzögerung des Wassers sichtbar macht.

(Zus. zur S. 539 Th V.) Herr Prof. Ritter schloß aus folgendem Versuche auf die Einfachheit des Wassers. Er trennte zwey Wasserproportionen durch concentrirte Schwefelsäure, und entband aus der einen bloß Sauerstoffgas, aus der andern bloß Wasserstoffgas. Herr Pfaff *) nennt diese Entdeckung eine der wichtigsten in der ganzen Physik und Chemie, denen dadurch eine gänzliche Umwandlung bevorstehe. Indessen sey aber nicht zu läugnen, daß Ritter's Art, den Versuch anzustellen, nicht wohl den evidenten

*) Gilbert's Annalen der Physik; B. VII. S. 363.

denten Beweis von der wichtigen Folgerung, die er daraus gezogen habe, gestatte. Zu dem evidenten Beweise des Satzes, daß das Wasser bald vollkommen in Sauerstoffgas, bald vollkommen in Wasserstoffgas verwandelt werden könne, und daß die Verschiedenheit dieser beyden Gasarten nicht auf der Verschiedenheit ihrer ponderablen Basen, sondern der feinen imponderablen Stoffe, denen sie ihren gasförmigen Zustand verdankten, beruhe, würde nämlich erfordert, daß man den Gewichtsverlust des Wassers bey Anstellung dieses Versuchs genau bestimmen, und somit seine Uebereinstimmung oder Nichtübereinstimmung mit dem erhaltenen Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas geben könnte. Eine solche Vergleichung scheine der unbequeme Ritter'sche Apparat, der sich der Schwefelsäure zur Trennung der beyden Wassermengen bediene, nicht zuzulassen. Herr Pfaff hat daher ein anderes Instrument erdacht, welches diesen Forderungen entspreche. Es besteht dieses in einem runden Gefäße von gut lackirtem Holze (Fig. 49.) A, welches auf drey Füßen ruht. Die Tiefe beträgt gegen drey Zoll, der Durchmesser ungefähr eben so viel, übrigens sind diese Dimensionen willkürlich, und können größer oder kleiner genommen werden. In der Mitte ist dieses Gefäß durch eine Scheidewand von Holz ff, von der Dicke von 2 Linien, in zwey Hälften getheilt, so daß das Wasser in der einen auf keine Weise Communication hat mit dem Wasser in der andern Hälfte. Ungefähr in der Mitte wird diese Oeffnung mit einem wohl durchnetzten Pfropfe vollkommen verschlossen, übrigens die ganze Scheidewand, den Pfropf ausgenommen, mit Siegellackfirniß überzogen. Beyde Seiten des Gefäßes werden mit Löchern durchbohrt, durch welche man die Golddrähte a, b steckt, die auf beyden Seiten am Pfropfe bis auf eine halbe Linie genähert werden. Das Gefäß selbst wird mit Wasser gefüllt, jede Hälfte zu einer beliebigen Höhe, doch so, daß die Drähte hinlänglich bedeckt sind; und über jeden Draht wird ein mit Wasser gefüllter Cylinder d, c an das hölzerne Gestelle B aufgehängt. Werden nun die Glasdrähte a, b in

in gehörige leitende Verbindung durch Messingdrähte g, h, und zwar der eine mit dem obern, der andere mit dem untern Ende der galvanischen Batterie gesetzt: so fangen nun sogleich aus jeder Wasserhälfte sich Luftblasen zu entwickeln an, die in dem darüber aufgehängten Cylinder aufgefangen werden. Das galvanische Fluidum, sagt Herr Pfaff, wird nämlich durch den nassen Pfropf hindurch geleitet, ohne daß an den beyden Polen des Pfropfs selbst eine Luftentwickelung Statt fände. Der Pfropf verhalte sich also, wie die Schwefelsäure in Ritter's Versuchen, oder wie das Wasser selbst, nur daß er den Vortheil gewähre, beyde Wasserquanta von einander zu trennen, in deren jedem der Entwickelungsproceß einzeln und getrennt von dem andern vor sich geht, und zwar in dem einen die Entwickelung des Wasserstoffgas, in dem andern die Entwickelung des Sauerstoffgas. Verhindere man durch eine dünne Oehlschichte die Ausdünstung des Wassers, so könne man das Quantum der erhaltenen Luft mit dem Gewichtsverluste des Wassers vergleichen; und stimmten beyde überein, so beweise dieses eine vollkommene Verwandlung des Wassers in die eine oder die andere Gasart.

Auch Humphry Davy a) war schon durch den von Nicholson und Carlisle bemerkten Umstand, daß bey der Wasserzersetzung durch den Galvanismus, verschiedene von einander entfernte Theile des Wassers in der galvanischen Kette, der eine das Sauerstoffgas, der andere das Wasserstoffgas herzugeben scheine, auf den Gedanken gekommen, ob es nicht möglich sey, aus zwey Wassermassen, die sich nicht unmittelbar berührten, aus der einen bloß Sauerstoffgas, aus der andern bloß Wasserstoffgas zu entbinden. Zu dem Ende setzte er die Enden der galvanischen Säule durch Silberdrähte mit zwey 5 Zoll von einander abstehenden Gläser voll Wasser, das lange gekocht und noch warm war, und das Wasser in beyden Gläsern durch seinen Körper in leitende Verbindung, indem er einen Finger der linken Hand in

a) *Nicholson's* journal of natural philos. Tom. IV. p. 125 u. 326.

in das eine, einen Finger der rechten Hand in das andere Gefäß tauchte. Kaum hatte er den Schlag erhalten, so fing der Draht der Zinkseite an, sich schnell zu verkalken, und weiße Wolken verbreiteten sich von ihm ab durchs Wasser. Zugleich bildete sich rings um den Draht der Silberseite im andern Glase Gas. Er unterhielt die leitende Verbindung eine halbe Stunde lang, während welcher der Erfolg unverändert derselbe blieb. Der Draht der Zinkseite gab dabey gar kein Gas; das vom Drahte der Silberseite entwickelte enthielt, wie die Probe mit Salpetergas darthat, gar kein Sauerstoffgas, und verminderte sich, als es mit doppelt so vieler atmosphärischen Luft verbrannt wurde, so, daß es fast ganz aus Wasserstoffgas bestehen mußte. Als er nachher das Wasserstoffgas in beyden Gläsern durch drey Personen, die sich anfaßten, verband, blieb der Erfolg derselbe, nur daß er langsamer vor sich ging. Dasselbe war der Fall, wenn die Verbindung durch eine Muskelfaser, oder durch eine frische vegetabilische Fiber, oder durch einen angefeuchteten Faden kürzer als 3 Fuß bewerkstelliget wurde. Aus der Schnelligkeit des Processes zu urtheilen, ist ein lebender thierischer Körper der beste Leiter hierbey; dann folgt die Muskelfaser, die Pflanzenfaser, zuletzt der benetzte Faden.

Hiernächst nahm Davy verschiedene $\frac{1}{3}$ Zoll weite und 4 Zoll lange Glasröhren, die an einem Ende offen waren, und durch deren anderes zugeschmolzenes Ende ein Stück Golddraht ging. Zwey dieser Röhren füllte er mit destillirtem Wasser, und stellte sie mit dem offenen Ende zuunterst in zwey verschiedene Gläser voll destillirten Wassers. Die Golddrähte der Röhre wurden durch Silberdrähte mit den Enden der Volta'schen Säule, und das Wasser beyder Gläser durch eine frische Muskelfaser in leitende Verbindung gesetzt. Es erhob sich sogleich Gas von beyden Golddrähten; am meisten und schnellsten aber von dem der Silberseite, und hier war nach $4\frac{1}{2}$ Stunde der ganze obere Theil der Röhre bis unter der Spitze des Golddrahts mit Gas angefüllt, worauf der Proceß aufhörte. In der Röhre der Zinkseite hatten sich

33 Maß Gas, und in der Röhre der Silberseite fast 65 Maß Gas angehäuft. Das Gas von der Zinkseite mit 80 Maß Salpetergas gemischt, verminderte sich schnell, und grünes salpetersaures Eisen verschluckte den Rückstand bis auf nicht volle 5 Maß. Also enthielten die 33 Maß dieser Gasart augenscheinlich mehr als 31 Maß Sauerstoffgas. Die 65 Maß in der Röhre der Silberseite verminderten sich mit Salpetergas kaum sichtbar, und ließen nach der Absorption des zugesetzten Salpetergas, beym Abbrennen mit 60 Maß Sauerstoffgas durch den elektrischen Funken, einen Rückstand von beynahe 36 Maß, waren also fast ganz reines Wasserstoffgas.

Die kleine Verminderung, welche das Wasserstoffgas bey seiner Mischung mit Salpetergas litt, und der Rückstand beym Abbrennen mit Sauerstoff, ließen sich mit vieler Wahrscheinlichkeit der im destillirten Wasser aufgelöseten, während des Processes daraus sich entwickelnden, atmosphärischen Luft zuschreiben. Um daher, wo möglich, beyde Gasarten, in welche sich das Wasser zersetzt, vollkommen rein darzustellen, füllte er jetzt die beyden Röhren und Gläser mit Wasser, das er 8 Stunden lang hatte kochen lassen, und das noch fast brühend heiß war. So bald die Röhren abgekühlt waren, brachte er sie mit der Säule in Verbindung. Die Gasentwickelung ging also bald vor sich, in der Röhre der Silberseite sehr schnell, in der Röhre der Zinkseite aber nur langsam. Dieses Mahl zeigten sich an den Wänden der Glasröhren keine Luftbläschen, wie in dem vorigen Versuche. Nach 5 Stunden befanden sich 56 Maß Gas in der Röhre der Silberseite, und 14 Maß in der Röhre der Zinkseite. Jene 56 Maß verminderten sich nicht mit Salpetergas, und zeigten sich beym Abbrennen als reines Wasserstoffgas, und diese 14 Maß waren unvermuthet Sauerstoffgas. In diesem und dem vorigen Versuche waren die Golddrähte nicht merklich angegriffen, noch ihre Farbe im mindesten verändert worden. Daß die Quantität des erhaltenen Sauerstoffgas geringer war, als sie nach dem Verhältnisse, worin Wasserstoff und

Sauerstoff im Wasser gemischt sind, hätte seyn sollen, rührt nach Davy wohl daher, weil ein Theil desselben vom gekochten Wasser absorbirt wird. Um dieses auszumachen, wiederhohlte er den Versuch so, daß er die Röhre der Zinkseite mit gekochtem Wasser füllte, das über Quecksilber mit Salpeterstoffgas so lange geschüttelt war, bis es mit diesem Gas gesättigt seyn konnte. In 7 Stunden entband nun der galvanische Proceß in der Röhre der Zinkseite 27 Maß reines Sauerstoffgas, und in der Röhre der Silberseite 57 Maß reines Wasserstoffgas, also beyde sehr nahe in dem Verhältnisse, worin ihre Grundstoffe im Wasser vorhanden sind.

So ward also von Davy erwiesen, daß von einander getrennte Wassermassen die in keiner andern leitenden Verbindung als durch trockene Metalle und thierische Fibern stehen, die eine Wasserstoff, die andere Sauerstoff, in dem Verhältnisse, worin beyde das Wasser constituiren, entwikkeln können. Nun war aber weiter die Frage, ob Berührung der metallenen Drähte mit den Platten der Volta'schen Säule, eine nothwendige Bedingung dieser Wirkung sey? Dieß ließ sich dadurch beantworten, daß er statt der verbindenden Drähte zwey Muskelfasern nahm, die von den Enden der Volta'schen Säule in zwey mit Wasser gefüllte Gläser geleitet wurden, zwischen welchen ein Silberdraht die leitende Verbindung machte. Kaum war dieser Draht angebracht, so fing das Ende desselben, das nach der Silberseite der Säule zu lief, an, sich zu verkalken, während das andere nach der Zinkseite zu gerichtete Ende des Silberdrahts Gas ausstieß. Und zwar gab das Ende der Silberseite jetzt Sauerstoffgas, das Ende der Zinkseite Wasserstoffgas, wie sich in dem Apparate mit den Glasröhren zeigte, deren Golddrähte dabey durch Silberdrähte verbunden wurden. In keinem dieser Versuche sah man Gas aus der Muskelfaser aufsteigen, doch wurde der Theil derselben, der mit dem Wasser in Berührung war, weißer, als zuvor.

Der Erfolg blieb derselbe, wenn er die beyden Golddrähte der Röhren, statt durch einen Draht, durch seinen Körper

Körper verband. Nahm er einen Silberdraht in die Hand, und tauchte diesen in das eine, den Finger der andern Hand in das andere Glas: so wurde, befand sich der Draht im Wasser nach der Silberseite zu, dieser Draht langsam oxydirt, und in keinem Glase Gas entbunden; befand sich dagegen der Draht im Wasser nach der Zinkseite zu, so wurde um das Ende desselben, ohne daß es sich dabey oxydirt hätte, Gas entbunden, in dem Glase nach der Silberseite zu aber keins.

Wenn die Verbindung beyder Gläser, so wohl mit der Säule, als auch unter sich, lediglich vermittelst Muskelfasern oder vegetabilischer Fibern gemacht wurde, und man Metalldrähte in das Wasser eines oder beyder Gläser stellte, so zeigte sich weder Gas noch irgend eine andere chemische Wirkung.

Man kann sich leicht vorstellen, daß die bisherigen Meinungen wider oder für die Zusammensetzung des Wassers mehrere Physiker aufmuntern würden, mehrere Versuche anzustellen, um die eine oder die andere Meinung zu bestätigen oder zu widerlegen. Der Herr Apotheker Gruner in Hannover kam sogar auf den Gedanken, ob vielleicht die sich entbindende Luft der Zerlegung der galvanischen Materie, nicht der Zersetzung des Wassers zuzuschreiben sey. Zu dieser Absicht war es nicht nöthig, die entbundenen Luftarten einzeln aufzufangen, weil es nur bloß darauf ankam, zu erfahren, ob durch Erzeugung der Luft eine dieser conformen Menge des Wassers zersetzt werde. Zu diesem Endzwecke durchbohrte er ein Gefäß aus Serpentinstein an den Seitenwänden in gerade entgegengesetzter Richtung. Die eingebohrten Löcher verstopfte er mit zwey Korken, durch welche die beyden goldenen Nadeln gesteckt wurden. Um die von den Nadeln sich entbindende Luft in einer gemeinschaftlichen Röhre auffangen zu können, brachte er in den einen Raum des Gefäßes eine Glasröhre, welche dazu diente, die sich entbindende Luft durch ihre Oeffnung in die zum Auffangen der Luft bestimmte Röhre zu führen. Diese Röhre kittete er mit Wachs ganz genau

 an

an die durchbohrten Oeffnungen des Gefäßes fest. Ueber diese Röhre stürzte er nun, um die Luft aufzufangen, eine genau 6 Cubikzoll haltende Glasröhre, um sie senkrecht über die Oeffnung in der Röhre halten zu können, mit einem Faden an ein hölzernes Gestelle befestigt war. Nun wog er erst das Gefäß mit der eingekitteten Glasröhre und den in ihr befindlichen goldenen Nadeln, auf einer vom Herrn Sußrot verfertigten Wage, die, ungeachtet ihrer Größe, doch so genau ist, daß sie bey $\frac{1}{4}$ Gran sehr deutlich ausschlägt, und wog zweytens die zum Auffangen der Luft bestimmte Röhre. Hierauf füllte er das Gefäß, so wie auch die Auffangröhre mit destillirtem und nochmahls gekochtem Wasser, übergoß, um die Verdünstung zu heben, die Oberfläche des Wassers mit Mandelöhl, und wog nun den ganzen Apparat nochmahls, um das Gewicht des Wassers + dem des Oehls zu erhalten. Nun brachte er den Apparat mit der Batterie in Verbindung, und hob diese nicht eher auf, als bis die Auffangröhre durch die aufsteigende Luft von ihrem Wasser entleert war. Um nun zu erfahren, ob in diesem Versuche wirklich Wasser zersetzt sey, nahm er die mit Gas gefüllte Röhre aus dem Wasser, und wog sie nochmahls, um das Gewicht des an den Auffangwänden der Röhre hangen gebliebenen Wassers zu erhalten. Hierauf wog er das Gefäß mit dem darin befindlichen Wasser und Oehle, addirte hinzu das Gewicht des Wassers, das an der Auffangröhre hangen geblieben war, und sah nun zu, ob dieß Gewicht mit dem vorherigen des Apparats + des Wassers und des Oehls übereinstimmte.

Diesen Versuch hatte er 4 Mahl wiederhohlt, und jedes Mahl nicht den geringsten Verlust an der gebrauchten Wassermenge erfahren, welches ihm zu beweisen scheint, daß die entbundene Luft nicht der Zersetzung des Wassers, sondern der der galvanischen Materie zuzuschreiben sey. Dieser Versuch ist freylich, wie Herr Gilbert ganz richtig bemerkt, zu delikat, um etwas Sicheres daraus zu schließen.

Da

Da es aber doch von äußerster Wichtigkeit ist, zu entscheiden, ob die sich bildenden Gasarten aus dem Wasser herrührten oder nicht: so war es wirklich nöthig, mehrere Versuche anzustellen. Zu dieser Absicht füllte Herr Erdmann *) eine doppelschenkelige graduirte Röhre mit 4 Gran destillirtem Wasser, worin, um die Leitungsfähigkeit desselben und dadurch die chemische Wirkung zu erhöhen, etwas Kochsalz aufgelöset war, führte von beyden Seiten messingene Enddrähte einer Zinksilbersäule von 40 Lagen hinein, und verklebte die Oeffnungen der Röhre mit etwas Wachs, so daß der atmosphärischen Luft der freye Zutritt versperrt wurde, indeß die erzeugten Gasarten dadurch entweichen konnten. Nachdem dieser Apparat einige Stunden gestanden hatte, wobey der Minusstrom einen lebhaften Gasstrom ausstieß, und der Plusdraht sich immer stärker mit einem grünlichen Oxyd umgab, fing das Wasser an allmählich abzunehmen, und nach 24 Stunden war es so weit verschwunden, daß in der Röhre weiter nichts als ein feuchtes Messingoxyd übrig zu seyn schien. Das noch vorhandene Wasser konnte höchstens $\frac{1}{3}$ Gran betragen. — Daß an diesem Verschwinden des Wassers das bloße Verdunsten nicht Schuld seyn konnte, zeigte ein Gegenversuch außerhalb der Kette, wo sich das Wasser in 24 Stunden durch Verdunstung nicht sichtbarer verminderte. Daß auch nicht eben das Gas, welches sich entwickelte, aus der Säule selbst ausgetrieben wurde, und nur bey seinem Durchgange durch das Wasser dieses auflösete und mit fortnahm, dafür bürgt der Umstand, daß kein Oxygengas, welches allerdings eine beträchtliche Menge Wasser aufzulösen vermag, mit in das Spiel kam, und daß alles entbundene Wasserstoffgas, wie sich aus andern Versuchen schließen läßt, kaum 0,11 Gran wiegen konnte. Offenbar mußte also das Wasser verwendet worden seyn, um das Oxyd und das Wasserstoffgas bilden zu helfen.

Er wiederhohlte den Versuch mit 1 Gran reinen Wassers, in welches an der Plusseite ein Golddraht, an der Minusseite

*) Diss. inaug. vtrum aqua per electricitatem columnae a cel. Volta inuentae in elementa sua dissoluatur? Witteb. 4. 1802.

nusseite ein Messingdraht hinab ging, die mit einer Säule aus 80 Lagen verbunden wurden. Auch hier hatte sich das Wasser nach einigen Stunden etwas, und nach 30 Stunden bis auf etwa 0,2 Gran vermindert.

Hiernächst bediente sich **Erdmann** eines Glasgefäßes von einer Kugelgestalt mit einem cylindrischen Halse, welches er an zwey gegenüber stehenden Seiten durchbohrt, über diese zwey Oeffnungen Korkstücke gekittet, durch diese zwey zugespitzte Golddrähte gesteckt, so daß ihre Spitzen nur um eine Linie von einander abstanden, und Kork, Metall und Glas da, wo sie an einander schlossen, mit Siegellackfirniß luftdicht überzogen hatte. Hierauf füllte er das Glas bis an den Hals mit frisch destillirtem Wasser, wovon es genau $5\frac{2}{3}$ Drachmen hielt, verschloß es mit einem Korkstöpsel, durch den ein gekrümmtes Haarrohr ging, und verstrich auch hier alle Ritzen mit Siegellackfirniß. Dieser ganze Apparat wog mit dem Wasser 648 Gran. Nachdem nun derselbe mit einer Säule in Verbindung gebracht wurde, so entwickelte sich sogleich an beyden Golddrähten, so weit sie sich im Wasser befanden, Gas, vorzüglich an den Spitzen, und zwar am Drahte vom negativen Pole mehr, als an dem vom positiven Pole. Zugleich zeigte sich eine sonderbare Erscheinung. Die Gasbläschen stiegen nicht senkrecht an, sondern alle Ströme Sauerstoffgas schienen während der ganzen Dauer des chemischen Processes nach der Richtung der Spitze vor, die Ströme Wasserstoffgas dagegen von der Spitze zurückgetrieben zu werden, und das besonders von den Spitzen. Nach einigen Stunden war der positive Golddraht wie mit einem weißlichen Spinngewebe bedeckt, der negative dagegen mit einem schwärzlichen Pulver überzogen.

Als nach 40 Stunden sich bey 10° Reaum. Temperatur genau 6 Cubikzoll Gas angesammelt hatten, nahm er das Gefäß aus der Kette der Säule. Das Glasgefäß sammt dem Wasser darin und der gehörig abgetrockneten Entbindungsröhre wog nun 647 Gran, hatte also einen Gran am Gewichte verloren.

Von dem aufgefangenen Gas ließ er $1\frac{1}{2}$ Cubikzoll in eine andere Röhre steigen, und brachte mittelst eines Metalldrahtes 2 Gran Phosphor hinein. Dieser hatte in 24 Stunden den Luftraum so vermindert, daß er kaum mehr als einen Cubikzoll betrug, so daß ungefähr $\frac{1}{3}$ des erhaltenen Gas aus Sauerstoffgas bestand. Als er darauf das übrige aufgefangene Gas durch einen elektrischen Funken entzündete, verschwand es fast ganz. Der sehr geringe Rückstand von Gas war höchst wahrscheinlich Stickgas, das aus dem Wasser des Cylinders aufgestiegen war. So konnte er also überzeugt seyn, daß Sauerstoffgas und Wasserstoffgas sich hier in demselben Gewichtsverhältnisse von 85 : 15 entwickelt hatten, worin ihre ponderablen Grundstoffe, nach **Lavoisier's** Meinung, das Wasser bilden. Dieß stimmte ziemlich genau mit dem Gewichtsverluste des Wassers aufs beste zusammen, und gegen den vorhin angestellten Versuch des Herrn **Gruner's** spricht.

Endlich glückte es auch dem Herrn **van Marum** *), das Wasser durch den elektrischen Strom aus seiner 31zölligen Scheibenmaschine zu zersetzen. Er nahm nämlich eine äußerst feine Thermometerröhre, deren innerer Durchmesser kaum $\frac{1}{100}$ Zoll betrug. In diese steckte er einen Eisendraht, der ungefähr $\frac{1}{300}$ Zoll dick und 12 Zoll lang war, und verschloß das Ende der Röhre so mit Siegellack, daß die Drahtspitze nur eben zum Siegellack hinaus sah. Die so zubereitete Thermometerröhre wurde in eine viel weitere Röhre voll Wasser durch den einen Endort, nach Art der Drähte eines Gasapparats, hineingeführt, und alles Uebrige wie gewöhnlich beym Gasapparate der **Volta'schen** Säule eingerichtet. Ließ er nun den kräftigen elektrischen Strom der Scheibenmaschine durch diesen Apparat strömen, indem er auf die Thermometerröhre eine Messingkugel, und diese 3 bis 4 Linien vom Leiter der Maschine setzte: so erhielt er im Gasapparate eine fast eben so schnelle Wasserzersetzung, als durch eine **Volta'sche** Säule aus 100 Schichtungen.

*) Annales de Chimie. Tom. XLI. p. 77.

Daß sich bey der Wasserzersetzung durch die Volta'sche Säule von der Zinkseite eine Säure zu bilden scheint, hatte bereits Cruickshank bey seinen ersten Versuchen bemerkt. Neuere von ihm angestellte Versuche schienen dieß durch folgende Thatsachen zu bestätigen.

Goß er in die gebogene Röhre mit den Platinadrähten Lackmustinktur, so ward nach einiger Zeit die ganze Tinktur in dem Schenkel der Zinkseite vollkommen geröthet, und an einigen Stellen die Farbe sogar zum Theil zerstört; eine bekannte Wirkung der Salpetersäure auf blaue Pflanzensäfte. Vermischte er dagegen die Lackmustinktur mit einer kleinen Quantität irgend eines reinen Alkali, so nahm man keine solche Farbenveränderung gewahr.

Alle Metalle, welche von der Salpetersäure aufgelöset oder angefressen werden, greift auch der Galvanismus sehr stark und schnell an, afficirt dagegen solche nicht, auf welche die Salpetersäure nicht wirkt.

Auch Herrn Böckmann *) war es auffallend, in der Nähe der Golddrähte einen Geruch nach Salpetersäure wahrzunehmen. Herr Pfaff wollte nachher diese merkwürdige Bildung der Salpetersäure constant beobachtet haben. In drey Versuchen, wo er gekochtes destillirtes Wasser anwandte, wurde in der Hälfte des Wassers auf der Oxygenseite der Geruch von salpetriger Säure schon nach den ersten 6 Stunden sehr merklich, und da er mit einer und derselben Portion den Versuch jedes Mahl mehrere Tage ununterbrochen fortsetzte, so wurde am Ende das ganze Zimmer von diesem Geruche erfüllt. Eine Prüfung dieses Wassers mit Reagentien zeigte ihm die deutlichsten Spuren der Salpetersäure. Merkwürdig war, daß bey Anwendung des bloßen destillirten Wassers der reine Golddraht ebenfalls angegriffen und in jenen Purpurkalk verwandelt wurde, welchen die Elektricität, so wie die salpetrige Säure hervorbringen, so daß das Wasser ganz violett davon gefärbt war. Bey Anwendung des salzsauren Kalkes erhielt er durch das entstehende Königswasser

*) Gilbert's Annalen. B. VII. S. 245.

wasser die schönste Goldsolution. In der andern Hälfte des Gefäßes zeigten sich bey Anwendung von destillirtem Wasser deutliche Spuren von Alkali.

Herr Simon *) verfolgte diesen Gegenstand noch weiter, und fand folgende merkwürdige Resultate:

1) Zwey Röhren, welche unten mit einem Streifen magern Rindfleisches verbunden und zugleich luftdicht verschlossen waren, wurden mit reinem destillirten Wasser gefüllt, oben mit den gehörigen Korkstöpseln und Golddrähten versehen, und darauf mit einer Säule von 50 Schichtungen in Verbindung gestellt. Es ergab sich

a) Gasentwickelung an beyden Drähten, die jedoch auf der Zinkseite, wenigstens am Drahte, zuletzt sehr nachließ. Dagegen entwickelten sich häufig Blasen aus verschiedenen Orten der Flüssigkeit.

b) Das Wasser auf der Zinkseite hatte eine goldgelbe Farbe nach Verlauf von 48 Stunden angenommen.

c) Binnen 72 Stunden hatte die Zinkseite 1,1 Cubikzoll Sauerstoffgas, die Salpeterseite 2,84 Cubikzoll Wasserstoffgas entwickelt.

d) Die gelb gefärbte Flüssigkeit auf der Zinkseite, über welche der Kork stark gebleicht war, hatte einen unverkennbaren Geruch nach oxydirter Salzsäure. Sie röthete die Lackmustinktur stark. Mit kohlensaurem Kali versetzt brausete sie auf. Die neutralisirte Flüssigkeit wurde zur Trockniß abgedampft, beym Wiederauflösen blieb Gold zurück, und die filtrirte Lauge gab regelmäßige Würfelkrystallen, und am Rande der kleinen Schale fanden sich einige spießige Krystallen.

e) Die Krystalle knisterten im Feuer; ihre Auflösung schlug aus der salpetersauren Silberauflösung Hornsilber nieder, und sie verhielten sich in Allem wie salzsaures Kali. — Auf der Zinkseite war also Salzsäure erzeugt worden, oder wohl ein Gemisch von dieser und Salpetersäure.

f) Die

*) Gilbert's Annalen. B. VIII. S. 36 ff.

f) Die Flüssigkeit in der Röhre der Silberseite verbreitete beym Oeffnen einen deutlichen Geruch von Ammonium. Sie wurde mit Salzsäure gesättiget, und schoß nun zu reinem Salmiak an.

2) Von zwey Röhren, wie die vorigen zugerichtet, wurde die eine mit reinem Wasser, die andere mit kohlensaurem Kali gefüllt, und der Golddraht der erstern mit der Silberseite, der Golddraht der letztern mit der Zinkseite der Säule in Verbindung gesetzt. Das Resultat war dieses:

a) Gasentwickelung an beyden Drähten, und Aufschäumen in kohlensaurem Kali.

b) Es entwickelten sich zwischen 72 Stunden 2,1 Cubikzoll Wasserstoffgas von der Silberseite und 1,76 Cubikzoll Luft von der Zinkseite. Diese letztere war über Quecksilber aufgenommen worden, und bestand aus 76 Theilen kohlensaurem Gas und 100 Theilen Sauerstoffgas.

c) Die Kalilauge fand sich nicht allein vollkommen neutralisirt, sondern selbst mit Säure übersättiget. Sie hatte eine goldgelbe Farbe angenommen, röthete die Lackmustinktur; auch der Kork dieser Röhre war stark gebleicht worden. Die überschüssige Säure wurde mit kohlensaurem Kali gesättiget. Es entstand Aufbrausen, welches durch Wärme befördert wurde; nach gehöriger Behandlung schied sich das Gold, und die reine Lauge schoß nun zu würfelichten Krystallen an, die sich bey der Untersuchung als salzsaures Kali verhielten.

d) Die Flüssigkeit der zweyten Röhre verhielt sich wieder als eine Auflösung von Ammonium. Mit Salzsäure gesättigt schoß sie zu Salmiak an.

3) Dieser nämliche Versuch wurde mit Silberdrähten wiederhohlt. Die Röhre blieb 72 Stunden lang mit der Säule von 50 Schichtungen in Verbindung, und es ergab sich

a) im Anfange Gasentwickelung auf beyden Seiten, die jedoch auf der Zinkseite, in der Kalilauge bald aufhörte. Die Silberseite lieferte 0,88 Cubikzoll Wasserstoffgas.

b) Das Kali hatte keine Aenderung erlitten.

c) Der

c) Der Silberdraht im Kali war mit einer schwärzlichen, bröckeligen Masse, umgeben, die sich als eine hohle Röhre von dem sehr dünnen Ueberreste des Drahtes herunterstreifen ließ. Schwach geglüht wurde sie weiß, blieb aber bröckelig; vor dem Löthrohre schmolz sie zu einem Silberkorne; mit Salpetersäure behandelt, lösete sie sich mit Aufbrausen auf, und die entwickelte Luft trübte das Kalkwasser, und wurde davon absorbirt. Es schien also kohlensaures Silberoxyd.

d) Die Flüssigkeit in der andern Röhre hielt wieder Ammonium, jedoch in geringerer Menge als bey den vorigen Versuchen.

Bey den folgenden Versuchen suchte nun **Simon** die Berührung des Fleisches mit dem Wasser ganz zu vermeiden.

4) Er verschloß die beyden Röhren unten mit Kohlenstöpseln, die er mit Siegellack einkittete, und versah sie oben mit Golddrähten. Allein in der Entfernung von $\frac{3}{4}$ Zoll waren die Wirkungen äußerst schwach, und selbst bey der Entfernung von $\frac{1}{8}$ Zoll ging die Gasentwickelung sehr langsam. Etwas besser ging es, wenn er die Kohlenstöpsel nach innen zuspitzte, aber in diesem Falle entwickelten die Kohlenstöpsel auch Luft, und er mußte es aufgeben, die Kohle bey diesen Versuchen mit Vortheil anzuwenden.

5) Die Röhren wurden unten mit Korkstöpseln verschlossen, die er zuvor in kochendem Wasser unter der Glocke der Luftpumpe behandelt hatte, damit sie recht vom Wasser durchdrungen werden sollten; aber mit eben so ungünstigem Erfolge. Er konnte selbst bey sehr kleinen Entfernungen keinen Uebergang der galvanischen Elektricität hervorbringen.

6) Auch der englische Graphit wurde zu Stöpseln dieser Röhre gebraucht. Allein auch dieser war ohne glücklichen Erfolg.

7) Nun wollte Herr **Simon** sehen, was aus dem Wasser werden würde, wenn es in einer doppelschenkeligen Röhre lange Zeit über galvanisirt würde. Die Röhre mit reinem destillirten Wasser gefüllt und mit Golddrähten versehen,

sehen, blieb 8 Tage mit einer Säule von 50 Schichtungen verbunden. Es ergab sich

a) lebhafte Gasentwickelung an beyden Röhren während der ganzen Dauer des Versuchs.

b) Es hatten sich in allen 2,94 Cubikzoll Sauerstoffgas und 6,07 Cubikzoll Wasserstoffgas entwickelt.

c) Im Schenkel auf der Silberseite hatte sich Goldpurpur niedergeschlagen, und das Wasser in diesem Schenkel änderte die Farbe des gerötheten Lackmuspapiers in blau; deutete daher auf eine Spur von Laugensalz, das aber durch kein anderes Mittel zu erkennen war.

d) Das Wasser im andern Schenkel schien unverändert. Wenigstens sauerhaltig war es nicht im geringsten.

Aus diesen Versuchen scheint also Herr Simon zu folgern, als habe die Gegenwart des Fleisches viel zu der oben bemerkten Salzsäureerzeugung beygetragen. Auch hat Simon gefunden, daß, wenn man Fleischscheiben zum Schichten der Säule statt der nassen Tuchscheiben anwendet, aus diesen, nach dem Gebrauche von einigen Tagen, sich Salmiak auslaugen läßt; denn die Lauge von diesen Scheiben schlägt aus der salpetersauren Silberauflösung Hornsilber nieder, und gibt, mit ätzendem Kali angerieben, einen starken Geruch nach Ammonium.

Nach wiederhohlten Versuchen über die Säure- und Alkali-Erzeugung wurde Herr Simon in seiner Meinung immer mehr bestätigt, daß die Art des Metalls sehr viel zur Erzeugung und Nichterzeugung beyder beytrage. Beym wiederhohlten Galvanisiren des reinen Wassers mit reinen Gold- und Platinadrähten hat er weder eine Spur von Säure noch von Laugensalz entdecken können, daß man mit diesen Drähten Veränderungen in der Lackmustinktur erhalten habe, beweise nichts gegen seine Aeußerung; denn die Lackmustinktur sey reines Wasser mit vegetabilischen Theilen geschwängert, und so bald im reinem Wasser nur eine Spur vegetabilischer oder animalischer Substanzen befindlich sey, so sey die Säureerzeugung unausbleiblich.

Endlich

Endlich erhielt Herr Buchholz [α]) in Erfurth, als er reines destillirtes und ausgekochtes Wasser anwendete, weder mit Golddrähten noch mit Silberdrähten eine Spur von Salzsäure oder Ammoniak. Daher war er geneigt, die vorgebliche Säure und Alkali-Erzeugung zu läugnen.

Uebersicht der Theorien der Wasserzersetzung durch die galvanische Batterie.

Cruikshank [β]) stellte die Hypothese auf, daß das galvanische Fluidum, von welcher Natur es auch seyn möge, beym Uebergange aus den Metallen in das Wasser sich des Sauerstoffs bemächtigte, und oxydirt werde; dagegen beym Einströmen aus dem Wasser in das Metall dasselbe wieder seinen vorigen Zustand annehme und desoxydirt werde. So bald sich aber galvanisches Fluidum des Sauerstoffs bemächtige, so werde dadurch der Wasserstoff entbunden, der sich sogleich in Gasgestalt zeige; trete es aber in den Draht der Zinkseite zurück, so lasse es den aufgenommenen Sauerstoff wieder fahren, und dieser entfliehe hier entweder in Gasgestalt, oder oxydire das Metall.

Die Wirkung des galvanischen Stromes, wenn er durch eine Metallauflösung gehe, ließe sich hiernach auf eine doppelte Art erklären; doch sey es wohl am einfachsten anzunehmen, daß der galvanische Strom beym Ausströmen aus dem Drahte des Silberendes dem Metallkalke den Sauerstoff entziehe, und diesen beym Eindringen in den Draht vom Zinkende wieder fahren lasse. Nach dieser Erklärung finde am Drahte des Silberendes in diesem Falle keine Gasentwickelung Statt, wohl aber, wenn man Gold oder Platinadrähte nehme, am Drahte vom Zinkende, wo Sauerstoffgas aufsteigen muß, und genau so sey, wie wir wüßten, der Effekt.

Was indeß für diese Hypothese, wie ihm scheine, am stärksten spreche, sey, daß alle Flüssigkeiten, die keinen Sauerstoff

α) Gilbert's Annalen der Physik; B. IX. S. 48.
β) *Nicholson's* journal of natural philosophy. Vol. IV.

stoff enthalten, als Alkohol, Aether, wesentliche Oehle und Fett, unfähig seyn, den galvanischen Strom durch sich hindurch zu leiten, wie er durch direkte Versuche erwiesen habe, indeß die, welche Sauerstoff enthielten, ihn einige stärker, andere schwächer, durch sich hindurch leiteten. Die concentrirte Schwefelsäure werde von ihm zersetzt, indem der dabey sich entbindende Sauerstoff sich schwerlich einer Wasserzersetzung zuschreiben lasse, da in recht concentrirter Schwefelsäure Wasser in keiner merklichen Menge enthalten sey. — Diese Theorie erkläre auch sehr gut die Oxydirung der Zinkplatten in der Säule, indem sich auch hier der galvanische Strom, beym Uebergange aus den verschiedenen Plattenpaaren, durch die nasse Zwischenlage abwechselnd, als oxydirt und desoxydirt zeigt. Uebrigens müsse er selbst gestehen, daß diese Hypothese ihn nicht gänzlich befriedige; doch sey sie die einzige, aus der er hierin etwas zu erklären vermöge.

Nach den Meinungen der Herren **Fourcroy**, **Vauquelin** und **Thenard** wird das Wasser wirklich an dem Zink- oder Oxygendrahte zersetzt, das Oxygen bleibt an diesem Drahte, wo es entweder oxydirt, oder, wenn das nicht erlaubt wird, als Gas erscheint: das Hydrogen hingegen wird durch ein von ihnen angenommenes galvanisches Fluidum, und das während der Schließung der Kette von dem Zinknach dem Silberdrahte der Batterie überströmt, auf eine unsichtbare Weise nach dem Silber- oder Hydrogendrahte übergeführt, wo dann das galvanische Fluidum in den Draht eindringe, das Hydrogen aber zurück bleibe, und nun als Gas erscheine.

Wetterharfe. (Zusatz zur S. 621. Th. V.) Herr **Young** *) stellte neue Untersuchungen über dieß reitzende Instrument an, um eine Theorie darüber zu entwerfen. Um alle Ungewißheit in Absicht der Töne zu heben, nahm er alle Saiten bis auf eine einzige ab, und setzte das Instrument in die erforderliche Lage. Er war nicht wenig verwundert,

eine

*) An enquiry into the principal Phenomena of sound and musical strings. Lond. 1784. 8.

eine Menge verschiedener Töne zu hören, nicht selten solche, die ihm durch einen aliquoten Theil der Saite erzeugt schienen, ja oft von der einzigen Seite von 2 oder 3 Tönen, und schon gab er die Hoffnung auf, die außerordentliche und verwickelte Erscheinung aus den Grundsätzen aliquoter Theile erklären zu können. Doch zeigte sich bey einer genauern Untersuchung, daß sie sich alle daraus leicht und natürlich ableiten ließen.

Wenn der Luftzug auf eine gespannte elastische Saite stößt, so bringt der Theil des Zugs, der auf die Mitte der Saite trifft, die ganze Saite aus ihrer geradlinigen Lage; da aber ein gewöhnlicher Luftstrom nicht in gleicher Stärke lange anhält, so wird der Luftzug in der Regel die Saite nicht in der gekrümmten Lage erhalten können, da sie denn vermöge ihrer Elasticität zurückschnellt, und in Schwingungen kömmt, wodurch die Luft in solche Pulsationen versetzt wird, als im Ohre den Ton der ganzen Saite hervorbringen. Ist dagegen der Luftstrom zu stark, als daß die gekrümmte Saite zurückschnellen könnte, so bleibt sie zwar in ihrer bauchigen Lage, gleich dem Deckelwerke eines Schiffs bey heftigem Winde, und kann nicht mit ihrer ganzen Länge schwingen; dafür können aber aliquote Theile derselben in Schwingung kommen, und zwar aliquote Theile von verschiedener Länge, je nachdem der Luftzug stärker oder schwächer ist. Denn indem die Geschwindigkeit des Luftstroms so zunimmt, daß er die Schwingungen der ganzen Saite hemmt, wirken die Lufttheilchen, welche gegen die Mitte der Hälften stoßen, gerade so auf die Hälften der Saite als im Fall der sympathetischen oder mithallenden Töne. Die Schwingungszeit der Hälften ist nur halb so groß, als die der ganzen Saite, daher ein Luftstrom, ihre Schwingungen zu hindern, nicht mehr Macht hat, als er gegen die ganze Saite haben würde, weßhalb sie (bey etwas schwellendem und wieder nachlassendem Luftstrome) ungeachtet die ganze Saite gespannt bleibt, stark genug in Schwingung kommen können, um Pulsationen zu erregen, welche das Trommelfell des Ohrs afficiren,

ren. Dasselbe gilt von anderen aliquoten Theilen der ganzen Saite.

Die Wirkung des Windes, wenn er über Getraidefelder hinfährt, kann dazu dienen, dieses zu erläutern. Ist der Wind so schnell, daß, ehe der gebogene Halm sich in die senkrechte Lage zurück biegt, ein zweyter Stoß kommt: so scheint dieser immerfort gebogen zu seyn. Nimmt aber der Wind in Geschwindigkeit und Stärke ab, so kann der Halm eine Schwingung vollenden, bevor er aufs neue gebogen wird, und so wird er beym Stoße des Windes sich vorwärts und zurück beugen.

Die Lufttheilchen, welche gegen die Saite an Stellen, die nicht in der Mitte aliquoter Theile liegen, stoßen, unterbrechen und verhindern eines Theils die Schwingung, welche das andere erzeugt, gerade wie im Falle der sympathetischen oder mithallenden Töne, und haben deßhalb keine empfindbare Wirkung. Folgende Beobachtungen können dazu dienen, die Richtigkeit dieser Erklärung zu bestätigen:

1) Der Grundton der Saite war das große F, die aeolischen Töne wurden deutlich gehört, die von lauter aliquoten schwingenden Theilen der Saiten erzeugt werden.

2) Während die Saite einen dieser Töne von sich gab, hielt er gegen die Stelle derselben, welche der Theorie gemäß für jenen Ton ein Schwingungsknoten seyn mußte, irgend ein Hinderniß, und der aeolische Ton wurde dadurch nicht gehemmt, indeß er augenblicklich erlosch, wenn man das Hinderniß oder die Dämpfung an einem andern Punkt der Saite anbrachte; ein offenbarer Beweis, daß beym Aeolstone in der That aliquote Theile der Saite für sich in Schwingung sind.

3) Als er umgekehrt an den Endpunkt eines aliquoten Theils der Saite einen sanften Druck anbrachte, zeugte der Lufthauch gerade den äolischen Ton, den jener aliquote Theil angeben mußte; und so ließ es sich vorher bestimmen, welchen Aeolston man hören würde. Doch erfolgte der Ton nicht immer, da der Luftzug bald zu stark, bald zu schwach

seyn möchte, um gerade diesen aliquoten Theil der Saite so stark in Schwingungen zu bringen, daß er töne. Da aber der Druck an der angebrachten Stelle nothwendig einen Schwingungsknoten erzeugt, so kann wenigstens kein anderer Ton, als der des bestimmten aliquoten Theils, oder eines aliquoten Theils dieses aliquoten Theils erfolgen.

4) So wie der Windstoß zu- oder abnimmt, steigt und fällt allmählich der Aeoluston; indem ein stärkerer Windstoß die Schwingungen der längern aliquoten Theile hemmt. Dann prädominiren die Schwingungen der kürzern aliquoten Theile, und zwar immer kürzerer, so wie der Windstoß allmählich anwächst. Verändert sich die Stärke des Luftstoßes plötzlich, so gehen auch die tiefern Töne nicht so stuffenweise, sondern plötzlich in die höhern Töne kürzerer aliquoter Theile über.

5) Manchmahl hört man einen Accord von 2 oder 3 Aeolstönen zugleich. Dann hat der Lufthauch gerade eine solche Stärke, daß er zwey oder drey in Länge nicht sehr verschiedene aliquote Theile zugleich in Schwingungen setzt, die sich dann nicht so stören und gegenseitig aufheben, als wenn die Länge der aliquoten Theile und ihre Schwingungszeit beträchtlich verschieden sind. So geben lange Saiten ihren Grundton und die Octave desselben zugleich an, wovon der Grund unstreitig darin liegt, daß, ungeachtet beyde in der Reihe der harmonischen Töne unmittelbar auf einander folgen, ihre Schwingungszeit doch so verschieden ist, daß ein Luftstrom, der die eine Schwingung bewirkt, nothwendig die andere hemmen muß. Ueberhaupt hört man nur bey den höhern aliquoten Theilen der Saite Accorde, und sie kommen desto häufiger vor, je höher der Ton ist, da diese aliquoten Theile wieder von einander verschieden sind.

6) Oefters lassen sich zwar Aeolustöne hören, welche von keinem genauen aliquoten Theile der Saite herrühren; allein sie sind nur schnell vorübergehend, indem sie bis zum nächsten von einem genauen aliquoten Theile erzeugten Tone steigen oder sinken. Sie entstehen beym Uebergange aus

einer Eintheilung der Saite zu einer andern, indem während desselben die schwingenden Theile der Saite sich allmählich verlängern oder verkürzen. Wenn so z. B. der Aeoluston den Dritteln der Saite gehört, und der Luftstrom sich so ändert, daß er die Octave des Grundtons angibt, so müssen die Schwingungsknoten allmählich auf der Saite fortrücken, wobey ein sehr allmähliches Sinken des Tones Statt findet, bis er sich mit der Octave des Grundtons endiget.

7) Nicht selten geben im Unisono gestimmte Saiten der Aeolsharfe Mißharmonien an. Auch dieses erklärt sich auf dieselbe Art, da durch aliquote Theile einer Stufe unendlich viele Discorde entstehen können.

Windmesser. (Zus. zur S. 664. Th. V.) Herr **Parrot** *) der Jüngere ward durch Herrn **Landriani's** Windmesser veranlaßt (s. B. II. des Goth. Magaz.), auch seine Gedanken über ein ähnliches Werkzeug dieser Art mitzutheilen. Seine Vorrichtung ist kürzlich diese:

Zur Windfahne nimmt er, statt einer einfachen Fläche, eine doppelte, deren eine Seite unweit des Mittelpunktes vereinigt sind, die andern aber sich in einer unbestimmten, am besten cycloidischen Krümmung von einander entfernen. Die beyden Flügel der Fahne sind von einfachem ziemlich schwachen Eisenbleche, ohne alle weitere Befestigung, als der an der Ruthe, so daß ein starker Wind sie zusammendrücken kann. Anstatt 8 hat er 16 Claves gewählt, aber so, daß die Hebel in ihrer Mitte ruheten und die Spitze des Stifts nur ein kleines Uebergewicht erhielt, damit die Federn ganz schwach sich bewegen konnten. Eben so vortheilhaft schien es ihm, statt einer einfachen Stange, an welcher die Fahne befestiget ist, eine besondere Tragstange mit einem Hebel zu errichten. In dieser Gabel wird die Fahne auf ihrer Achse spielen. An der Achse wird ein kleines Zahnrad befestiget, welches in ein anderes, gleich großes, greift, das auf dem vertikalen Wellbaum befestiget ist. Statt der Octanten an den Hebeln der großen Achse ist eine einfache kleine Rolle, deren

*) Voigt's Magazin; B. I. St. 2. S. 144 ff.

deren Fläche gegen die Achse gekehrt ist, gewählt worden. Dafür stellt ein Theil des Hebels eine Reihe Claves vor, welche einen Zwischenraum unter sich lassen, so daß die kleine Rolle bey jeder Bewegung der Fahne dazwischen fallen, oder vielmehr die gesammten Claves aufspringen. Auf diese Art erhielt er nicht nur die Dauer eines Windes in einem sechszehnten Theil des Kreises, sondern auch seine Direktionsveränderungen in diesem Raume.

Uebrigens bemerkt Herr **Parrot**, daß **Woltmann's** Einrichtung, den Stoß des Windes zu messen, unmöglich Dienste leisten könne, weil sie auf einer unveränderlichen Richtung des Windes beruhe, so gut und einfach auch sonst seine Idee seyn möge. Um die Kraft des Windes zu messen, müßten wir durchaus zur Kegelgestalt unsere Zuflucht nehmen, weil jede andere verschiedene Eindrücke von verschiedener Richtung enthält. Zu diesem Ende hat er einem Windmesser angegeben.

Wolframmetall, Tungsteinmetall (Wolframium) eine metallische Substanz, die einen Bestandtheil des Tungsteins oder Schwersteins und des Wolframs ausmacht. Der vollkommene Kalk dieses Metalls ist gelb an Farbe, und hat Eigenschaften einer Säure. Die Reduktion dieses Kalkes zu einem massiven Regulus ist bisher zweifelhaft gewesen. Endlich aber ist es den Herren **Allen** und **Aiken** in England geglückt, das Tungsteinmetall in vollkommenen Fluß zu bringen, indem sie die Auflösung des Tungsteinoxyds mit Ammoniak behandelten. In seiner vollkommenen regulinischen Gestalt hat dieses Metall die Farbe vom Eisen und ist sehr glänzend, aber nicht hämmerbar. Das specifische Gewicht desselben beträgt 17,22, so daß es nächst Platin und Gold das schwerste Metall ist.

Y.

Yttererde. (N. A.) Ist eine neue von **Gadolin** in einem schwarzen Fossil von Ytterby entdeckte Erdart, welches Herr **A. G. Ekeberg** *) einer fernern Untersuchung unter-

*) Schwed. Abhandl. B. XVIII. 2tes Quart. für 1797.

unterworfen hat. Der in dem Gestein eingesperrte Feldspath, den Herr **Gadolin** untersucht hatte, macht einen Unterschied in dem von beyden Mineralogen angegebenen Verhältnisse der Bestandtheile. Er erhielt von der neuen Erde aus 100 Theilen des Steines 47½. Diese Erde löst sich in allen Säuren, welchen sie einen süßen Geschmack mittheilt, aber nicht in ätzenden Laugensalzen auf, und macht mit Schwefelsäure ein leicht auflösliches Salz, das leicht in Krystallen anschießt und seine Säure im Glühefeuer behält.

Die Herren **Vauquelin** und **Klaproth** haben dieses Fossil noch genauer analysirt; dieß bewog den Herrn **Ekeberg**, seine Arbeit noch ein Mahl vorzunehmen, und die jetzt von ihm gefundenen Bestandtheile in 100 Theilen sind diese: 55,5 Theile Yttererde, 23 Theile Kieselerde, 4,5 Beryllerde, 16,5 Eisenoxyd.

Uebrigens vergleicht er die Yttererde sorgfältig mit der Beryllerde, und beweiset daraus die auch schon durch **Klaproth** außer Streit gesetzte Verschiedenheit beyder einfachen Erdarten. In den kaustischen Alkalien ist die Yttererde unauflöslich, indeß die Beryllerde sich in ihnen leicht auflöset, wie auch bereits **Vauquelin** wahrgenommen hatte. Blausaures Kali schlägt die erstere, nicht aber die letztere aus ihren Auflösungen nieder, wie auch schon **Klaproth** und **Vauquelin** angeben. Umgekehrt wird die Yttererde nicht, wohl aber die Beryllerde, aus ihren Auflösungen durch weinsteinsaure Salze niedergeschlagen. Endlich unterscheiden sich beyde Erden gar sehr von einander durch ihr specifisches Gewicht, wenn sie gleich stark calcinirt sind. Das der Yttererde ist 4,842, das der Beryllerde 2,967; dieß veranlaßte schon **Vauquelin**, die Yttererde mit Kohlenstaub in hoher Gluth zu behandeln, um nachzusehen, ob sie nicht etwa ein Metalloxyd sey; er erhielt aber kein Metall, sondern nur eine halbgeschmolzene sehr harte Masse, ungefähr vom specifischen Gewichte 5. Uebrigens haben **Klaproth** und **Vauquelin** in dem Gadolinit keine Beryllerde, wie **Ekeberg**, gefunden.

Der

Der Gadolinit kommt auch unvollkommen krystallisirt vor, wie einige Arten von Granaten, und ist, wenn er rein ist, so hart, daß er am Stahle Funken gibt.

Z.

Zimmer, verfinstertes. (Zusatz zur S. 736. Th. V.) Der Herr Optikus und Universitätsmechanikus Weikardt *) zu Leipzig hat eine neue Art von camera obscura verfertigt, die vor allen bisher bekannten, besonders den pyramidenförmigen, den Vorzug, sowohl in der optischen als in der mechanischen Einrichtung haben soll. Sie stellt nämlich eine beliebige Gegend in einer Fläche von 22 Zoll lang und 15 Zoll breit, in allen Ecken gleich deutlich, mit den natürlichen Farben dar. Zweyerley Objektivgläser, die man einschieben kann, und wobey die Gläser durch Zahn und Getriebe gestellt werden, machen das Instrument sowohl für nahe, als entfernte Gegenstände brauchbar. Um bequemer auf der ganzen Fläche zu zeichnen, ist die Oeffnung, wodurch die Hand zum Zeichnen gesteckt wird, beweglich. Eine zweyte Einrichtung gibt der Maschine einen nicht weniger wesentlichen Vorzug. Vermöge eines dritten Glases von 5 Zoll Durchmesser, kann man sowohl nach der ersten Vorrichtung gezeichnete, als auch andere Prospekte perspektivisch, und umgekehrt perspektivische Zeichnungen in natürlicher Gestalt darstellen. Auch dient diese Maschine, einen und ebendenselben Prospekt in verschiedener Größe und Entfernung zu kopiren.

Zitterfische. (Zus. zur S. 745 Th. V.) Die beträchtlichen Stöße der elektrischen Fische sucht Herr Volta auf eine ähnliche Art, wie die Wirkung seiner Säule, herzuleiten. Man weiß, sagt er in seinem Briefe an Banks, aus der Zergliederung des Zitterrochens und des Zitterals, daß ihre elektrischen Organe aus membranösen Theilen bestehen, die in ihrem Innern, von einem Ende zum andern, mit einer großen Menge dicht auf einander liegender, vielleicht

*) Voigt's Magazin der Physik; B. I. St. 1. S. 162. 1797.

durch irgend eine Feuchtigkeit von einander getrennter dünner Scheiben oder Häutchen gefüllt sind. Es läßt sich nicht annehmen, daß einige dieser Scheiben Nichtleiter sind, die durch Reibung, oder gleich kleinen Elektrophoren, geladen würden, oder wie Nicholson meine, wenigstens die Stelle eines guten und dauerhaften Condensators vertreten könnten. Denn Fett und einige ähnliche Flüssigkeiten ausgenommen, leiten alle lebende oder frische thierische Stoffe die Elektricität besser als Wasser: und weder das Fett, besonders wenn es wie im lebenden Thiere, halb oder gar flüssig ist, noch jene Flüssigkeiten, sind eine elektrische Ladung anzunehmen oder zu behalten fähig. Ueberdieß sind die Häutchen und Flüssigkeiten im Organe des Krampfisches weder fett noch öhlig. Da dieses Organ bloß aus leitenden Stoffen besteht, so läßt es sich weder mit dem Elektrophor, noch mit der Leidner Flasche, noch mit irgend einer andern Vorrichtung vergleichen, wo isolirte Körper durch Reibung elektrisirt werden sondern lediglich mit der Säule. Nach dieser Analogie mit der Säule zu urtheilen, scheint der Mechanismus, durch den der Krampfrochen Stöße ertheilt, darauf zu beruhen, daß er einige von einander entfernte Theile seines elektrischen Organs (entweder einzelne Säulen, oder vielleicht die Häute, welche in jeder Säule wie dünne Scheiben über einander liegen), einander nähert, indem er die Säulen zusammendrückt. Oder vielleicht läßt er im Augenblicke des Stoßes zwischen die Häutchen und Zwischenwände eine Feuchtigkeit fließen. Die Erregung der Elektricität und alles Uebrige der elektrischen Wirkung, ist nur eine nothwendige Folge der Einrichtung des elektrischen Organs, das aus vielen Reihen von Leitern besteht, die wahrscheinlich verschiedenartig genug sind, um in ihrer gegenseitigen Berührung das elektrische Fluidum zu erregen, und die vermuthlich so neben einander liegen, daß sie es alle nach einerley Richtung treiben. Eine mit Wachs umzogene Säule gibt auch unter Wasser Schläge. Wenn man mehrere solcher Säulen neben einander stellt, die sich nach Belieben verbinden oder außer Gemeinschaft setzen

ließen,

ließen, so würden sie dem elektrischen Organe des Zitterals ziemlich ähnlich werden. Um sie diesem im Aeußern noch ähnlicher zu machen, könnte man sie durch biegsame Dräthe oder wurstförmige Stahlfedern unter einander verbinden, und nach ihrer Länge mit einer Haut überziehen, die sich im Kopf und Schwanz endigte.

Herr Geoffroy hat auf seinen Reisen Gelegenheit gehabt, einige Arten der Zitterfische zu untersuchen, und aus seiner Zergliederung der elektrischen Organe scheint Volta's Meinung, daß sie mit seiner Säule viel Aehnlichkeit haben, ziemlich bestätigt zu werden, ob sie gleich Geoffroy einer elektrischen Batterie, oder einer Blitzscheibe ähnlich findet. Er entdeckte nämlich, daß das elektrische Organ der Zitterfische abwechselnd aus Nerven und einer weichen aus Eyweiß und Gallerte bestehenden Masse, in die sich die Nerven verbreiten, und aus sehnichten Blättern, die sich durch diese weiche Masse hinziehen, zusammen gesetzt ist.

Zurückwerfung der Lichtstrahlen. (Zus. z. S. 774. Th. V.) Herr Brougham hat über die Zurückwerfung des Lichtes verschiedene Bemerkungen gemacht, um die Natur desselben deutlicher darzustellen. Er geht von dem Newtonischen Satze aus, daß das Licht von den Körpern mittelst einer repulsiven Kraft derselben, die sich bis auf einige, genau bestimmte, Entfernung von ihrer Oberfläche erstreckt, zurückgeworfen werde. Da nun diese Kraft, unter anderen Umständen, eine besondere Wirkung bey den verschiedenen Theilen des Lichts in Rücksicht ihrer Refraktion, Inflexion und Deflexion äußert, so läßt sich schon a priori vermuthen, daß sie sich auch bey der Inflexion verschieden zeigen werde. Indessen sind auch hierüber besondere Versuche angestellt worden.

1) Im dunkeln Zimmer fiel ein Strahlenbüschel durch eine Oeffnung von $\frac{1}{40}$ Zoll. In der Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll von der Oeffnung steckte Brougham einen Stift von $\frac{1}{30}$ Zoll im Durchmesser in die Lichtstrahlen, gegen welche er

unter einem Winkel von etwa 45° geneigt war. Sein Schatten fiel auf ein mit ihm paralleles Papier, welches 2 Fuß davon entfernt war. Dieser Schatten wurde auf jeder Seite von den zwey Franzen umgeben, die Grimaldi entdeckt hat. Außer diesen zeigten sich auch noch 2 Streifen von weißem Licht, welche vom Schatten divergirend ausgingen, mit blendenden Farben gemischt, und sowohl ober- als unterwärts, sehr ungleichförmig zerstreuet waren. Bey einem gut polirten und näher an die Oeffnung gestellten Stifte wurden die Farben in den Streifen lebhafter, und die Streifen selbst schmäler, breiteten sich von einer Seite nach der andern aus und bis auf wenige Punkte hier und da, war kein weißes Licht mehr in ihnen zu sehen. Bewegte man den Stift, so bewegten sich auch die Farben. Diese verschwanden aber, wenn man den Stift seiner Politur beraubte, indem man ihn in eine Lichtflamme hielt, oder wenn man statt des Stiftes ein Papierröllchen nahm. Auch wurden sie viel lebhafter im direkten als im reflektirten Licht; auch lebhafter am Sonnenlicht, das in dem Brennpunkte einer Linse vereinigt war, als von unreflektirten Strahlen.

2) Wenn Brougham die im vorigen Versuch erhaltenen Farbenbüschel mit möglichster Aufmerksamkeit betrachtete, so fand er, daß sie zuweilen durch einen weißen Strich, zuweilen auch durch eine Schattenlinie in mehrere Abtheilungen von einander getrennt waren, und daß diese manchmahl an einander gränzten, manchmahl aber auch ein wenig in einander eingriffen. Es waren dieses Bilder, denn sie änderten sich mit dem leuchtenden Körper, von dessen Strahlen sie waren gebildet worden, und mit der Größe des Strahlenbüschels, in welchem der Büschel gehalten wurde; und wenn Brougham den Stift etwas seitwärts zwischen sein Auge und eine Lichtflamme hielt und die Farben auf seine Netzhaut fallen ließ, so sah er deutlich, daß sie durch die Lichtflamme in Gestalt und Größe nachbildeten, auch sich eben so bewegten, wie die Flamme, wenn man in dieselbe

blies.

blies. Uebrigens hatten die Sonnenbilder parallele und nett bestimmte Seitengränzen, bloß an den Enden flossen sie etwas in einander und waren halb kreisförmig, wie die prismatischen Farbenbilder. Auch waren sie eben so wie diese länglicht, und bey einigen übertraf die Länge ihre Breite 6 bis 8 Mahl. Die Breite war nach einer Messung gerade so groß, als die von einem mit dem Papier in gleicher Entfernung von dem Stift angefangenen Sonnenbilde. Auch war die Länge mit der Breite in einerley Verhältniß, bey jedem Abstande, nicht aber bey jeder Lage des Stiftes, denn wenn dieser um seine Axe gedreht wurde, so bewegten sich die Bilder auf der einen Seite gegen den Schatten hin, und auf der andern von demselben weg und wurden immer länger, indem die Breite unverändert blieb, je näher sie dem Schatten auf der andern Seite kamen; länger hingegen in eben dem Verhältnisse, wenn das Gegentheil Statt fand.

3) Brougham ließ ein lebhaftes Farbenbild durch ein Loch fallen, welches er mit beweglichen Seiten in einer Art von Pultdeckel, der mit Charniren versehen war, angebracht hatte. Das Bild fiel auf eine Unterlage. Hier konnte er nun durch sanfte Bewegungen Alles aufs genaueste untersuchen, und zählte auch ganz deutlich die 7 prismatischen Farben, wo die rothe am weitesten vom Schatten des Stiftes und vom Stifte selbst entfernt war. Durch die Bewegung des Lochs im Deckel wurden andere Bilder auf die Unterlage gelassen, deren Farben aber nicht ganz auf die vorige Art angeordnet waren. Denn wenn der Stift um seine Axe gedreht wurde, so zeigte sich nicht bloß in Rücksicht des Stiftes, sondern auch in Rücksicht der angränzenden Bilder eine verkehrte Ordnung. Die Ursache schreibt Brougham einer Irregularität in der Oberfläche des Stiftes zu; denn Stifte von fehlerfreyen, mit Quecksilber gefüllten Glasröhren erhielten die Ordnung ihrer Farben während ihrer Umdrehung. Eine andere Irregularität zeigt sich aber auch beym Gebrauch der Glasröhre; denn wenn sonst zwey an einander

einander gränzende Bilder mit einander gemischt wurden, so zeigte sich bey zwey oder drey Folgen, an jedem auswendig eine trübe Farbe, zwischen roth und violett, und inwendig grün; hier aber war außer dem Fall der Succession, auswendig allemahl roth, und das innerste Bild hatte allemahl violett an seiner innern Seite.

Bey einem 4ten Versuche zeigten sich ungefähr dieselben Erscheinungen. Bey einem 5ten ließ Brougham die Strahlen durch ein Loch im Laden durch ein Prisma gehen, wo sie in violett, grün, roth gesondert wurden. Er sammelte sie durch ein Linsenglas in einem Brennpunkt, und ließ sie von da in ein anderes Prisma gehen, wo sie einen weißen Bündel bildeten. Ein Theil desselben wurde von einem Schirm aufgefangen, wovon wieder ein Theil durch ein Loch ging, und einige hiervon auf Papier kamen, die übrigen von einem Körper reflektirt wurden, wo sie eine Reihe Farbenbilder gaben, die zum Theil von einem Schirm aufgefangen, zum Theil auf ein Papier reflektirt wurden. Wenn nun ein undurchsichtiger Körper in den rothen Strahl gesetzt wurde, so verschwand das rothe Bild auf dem Schirm, und eben dasselbe geschah auch bey den übrigen Strahlen.

Bey einem 6ten Versuche verschaffte sich Brougham eine Reihe heller Farbenbilder, und ließ sie durch den im dritten Versuch beschriebenen Pultdeckel fallen. Er fing sie dann mit einer kleinen, ½ Zoll breiten Linse auf, um sie in einen Brennpunkt zu vereinigen, der auf ein Papier fiel, und jedesmahl erhielt er ein weißes, ins Gelbe fallende Licht, gerade so, wie das von direkten Sonnenstrahlen. Wenn er aber einen Strahl versetzte, so daß derselbe nicht auf die Linse fiel, so bestand der Brennpunkt aus einer Mixtur der übrigen Strahlen; und wenn man das Papier ein wenig weiter herum drehete, so zeigten sich in dem auf ihm erzeugten Bilde die Farben in verkehrter Ordnung. Ein Reflektor, der in den Brennpunkt gehalten wurde, brachte Bilder von allen 7 Farben, wie das direkte Sonnenlicht im ersten Versuche

suche hervor. Noch bestimmter fiel dieser Versuch aus, wenn statt der Linse vier metallene Hohlspiegel gebraucht wurden.

Der 7te und 8te Versuch wurden so angestellt, daß die Strahlen, statt auf ein Papier, ins Auge selbst fielen. Eine gläserne Röhre von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser und $\frac{1}{3}$ Zoll in der Glasdicke wurde mit Wasser gefüllt und 4 Fuß weit von einer Lichtflamme gestellt. Nun hielt Brougham sein Auge in der Nähe von $\frac{1}{4}$ Zoll an die Röhre und zog die Augenlieder so weit zusammen, daß bloß das von der Röhre gebrochene Flammenlicht ins Auge kommen konnte. Er erblickte verschiedene sehr lebhaft gefärbte Bilder von der Flamme, und die Farben waren auswendig an der Flamme roth, und inwendig violett. Er goß hernach etwas verdünnte Schwefelsäure in die Glasröhre und warf einige Stückchen Kreide hinein, daß etwas Kohlengas aufbrauste, und in diesem Zustande erblickte er die Farben etwas mehr, als vorher, ausgebreitet.

Aus diesen Versuchen zieht nun Brougham folgende Schlüsse: Der erste Versuch zeigt, daß alle Arten von Licht, es sey gerade, zurückgeworfen oder gebrochen, Farben hervorbringen, wenn es von einer krummen Fläche zurückgeworfen wird. Der zweyte, daß die Farben distinkte Bilder des leuchtenden Körpers sind, die zwar etwas in die Länge, aber nicht eben so stark in die Breite, ausgedehnt sind, und daß bey der Veränderung des Einfallswinkel auch die Ausdehnung der Bilder geändert wird. Der dritte, daß jedes vollständige Bild aus den sieben Regenbogenfarben besteht, wo die rothe auswendig und die violette inwendig ist. Der vierte, daß diese Bilder nicht durch eine zufällige, oder neue Modification der Lichtstrahlen, sondern durch eine mittelst der Reflexion bewirkte Zersetzung des weißen Lichtes, entstanden sind; daß die Mittelstrahlen, oder diejenigen, welche an die grünen und blauen gränzen, unter einem den Einfallswinkel gleichen, z. B. von 10° 48′, die rothen hingegen unter einem kleinern von 50° 21′, und die violetten unter einem größern

von

von 51° 15′ zurückgeworfen werden. Der 5te und 6te, daß durch die Reflexion eine Zersetzung und Absonderung der Strahlen bewirkt werde. Der 7te soll zeigen, daß die Farben, in welche das weiße Licht durch die Reflexion ist zerlegt worden, homogen und unveränderlich seyn; daß sie sich sowohl in Rücksicht ihrer Beugung als Brechung unterschieden; daß sie eben den Antheil an der Erzeugung der Bilder bey der Reflexion; der Franzen bey der Inflexion und der Farben bey den dünnen Blättchen, wie die durchs Prisma getrennten Strahlen haben. Aus dem 8ten Versuch soll erhellen, daß die Strahlen, wenn sie eben so, wie bey der Refraktion unter die Umstände gesetzt sind, daß sie aus einem dünnern Mittel in ein dichteres, oder umgekehrt, fahren, die Erscheinungen von der Reflexion, den von der Refraktion gerade entgegengesetzt seyn.

Da nun bey einem gewissen Einfallswinkel der Sinus eines jeden abprallenden Strahls ein bestimmtes Verhältniß zum Sinus des einfallenden hat, so bemühte sich Brougham in einem 9ten Versuche, die Verhältnisse für jeden farbigen Strahl zu bestimmen. Er verglich deßhalb durch genaue Messungen die Abtheilungen, welche die einzelnen Bilderchen einnahmen, und fand, daß die Unterschiede zwischen den Reflexionssinussen der verschiedenen Strahlen in der harmonischen Ordnung waren: denn die Abtheilungen waren beynahe um $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{3}{80}$, $\frac{1}{16}$, welche, wenn man sie auf die Tonleiter anwendet, gaben: 1, $\frac{15}{16}$, $\frac{9}{10}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{11}{18}$, $\frac{1}{2}$; das Refraktionsbild hat eben die Abtheilungen, nur in umgekehrter Ordnung.

Brougham sucht den physischen Grund aller dieser Erscheinungen, theils in einer bestimmten Anziehungskraft der Körper gegen die Theile des Lichtes, und theils in der verschiedenen Größe der einzelnen Lichttheilchen selbst.

Da Brougham gegen Newton behauptet hatte, daß alle Lichtstrahlen bey gleichem Einfallswinkel, auch eine gleiche Fähigkeit besitzen, zurückgeworfen zu werden, und ferner, daß der

der Unterschied der Einfallswinkel dem der Abprallungswinkel für alle zurückgeworfene Strahlen nicht gleich, nur für die Strahlen zwischen blau und grün gleich sey: so unternahm es Herr Prevost *), diese beyden widersprechenden Meinungen einer genauern Untersuchung zu unterwerfen.

Zuerst kam es also auf die Frage an: findet zwischen den farbigen Strahlen eine verschiedene Reflexibilität nach Newton's Sinne Statt? Nach Prevost's Untersuchung dieser Frage scheint es, daß man noch immer mit Newton berechtigt sey, zu behaupten, daß die brechlosesten Strahlen auch am meisten reflexibel sind, diesen Ausdruck nach seinem Sprachgebrauche genommen.

Die andere Frage, welche hierbey untersucht werden mußte, ist diese: findet zwischen den farbigen Strahlen eine verschiedene Reflexibilität nach Brougham's Sinne Statt? Der Fundamentalversuch für Brougham's Behauptung, daß die Auffangswinkel der rothen Strahlen kleiner, der violetten größer, als der Einfallswinkel, und das farbige Licht in so fern von verschiedener Reflexibilität sey, ist folgender: ein weißer Lichtstrahl auf den Umfang eines sehr dünnen und polirten Cylinders fallen gelassen, gab zurückgeworfen ein Farbenbild; und da in diesem Alles gemessen und den Umständen gemäß berechnet wurde, schien es, als wurden die bläulichen und grünlichen Strahlen allein unter einem, ihrem Einfallswinkel gleichen Auffallswinkel zurückgeworfen; die rothen hingegen unter einem kleinern, und die violetten unter einem größern Abprallungswinkel reflektirt.

Da die Kraft, sagt Herr Prevost, worauf die Zurückwerfung der Lichtstrahlen beruhet, sie sey, welche sie wolle, nach Perpendikeln auf der zurückwerfenden Fläche wirkt, und in der ganzen Sphäre jeder Wirksamkeit bey gleichen Entfernungen des Lichtes gleich stark ist: so muß für eine zurückwerfende Ebene das katoptrische Grundgesetz, welches bis jetzt alle Optiker angenommen haben, in aller Strenge Statt finden, wie auch die Intensität der repulsiven Kraft und die Geschwin-

*) Journal de Physique. Tom. VI. p. 284 sqq.

Geschwindigkeit und Neigung des einfallenden Strahls beschaffen seyn mögen; vorausgesetzt, daß der Strahl mit der Ebene nicht parallel läuft, sondern wirklich gegen sie geneigt ist. Dann kann aber weißes Licht, das ganz zurückgeworfen wird, dabey nicht in farbige Strahlen zersetzt werden, welches mit **Brougham's** Versuchen vollkommen übereinstimmt, welchem diese Zersetzung mittelst Ebenen oder krummer Flächen, die nicht einen außerordentlich geringen, so zu sagen verschwindenden Halbmesser hatten, auf keine Art glückte.

Es sey (Fig. 50.) hhh ein sehr dünner polirter Cylinder; brok die Sphäre der Wirksamkeit desselben auf das Licht, und ab ein weißer Strahl, welcher auf sie im Punkte b einfällt. Man nehme hierbey an, was **Brougham** thut, das farbige Licht werde in verschiedener Stärke zurückgeworfen, und zwar das rothe stärker, als das violette, so daß der violette Strahl tiefer in die repulsive Sphäre eindringt. Nun aber folgt aus dem Newton'schen Gesetze für diese Zurückwerfung, daß die Bahn des gleichartigen Lichtes in dieser Sphäre eine krumme Linie mit zwey sich deckenden Aesten seyn muß, deren Achse durch den Mittelpunkt c der Sphäre oder des Querschnittes des Cylinders geht; und ist dieß der Fall, so muß der Winkel, unter dem der Strahl aus dieser Wirkungssphäre austritt, dem Eintrittswinkel desselben in ihr gleich seyn. Ist daher bor der Weg des rothen, pqr der Weg des violetten Strahls durch die repulsive Sphäre, so sind die drey Winkel fol, erg, abd gleich. Dem Beobachter erscheint aber der Kreis bro nur als ein Punkt, und übersieht er deßhalb die Sphäre der Wirksamkeit, und beobachtet bloß den Winkel, den die ausfahrenden rothen Strahlen rg und violetten vl mit dem einfallenden weißen Strahle ab machen: so wird er verführt werden, zu glauben, daß für denselben Einfallswinkel die Abprallungswinkel der farbigen Strahlen möglich sind, wie dieß der Fall mit **Brougham** war, und dabey ist es am natürlichsten anzunehmen, daß für die mittleren, d. h., für die grünlichen

oder

oder bläulichen Strahlen, der Abprallungswinkel dem Einfallswinkel gleich sey; eine Behauptung Brougham's, welche keinesweges Erfahrung, sondern bloß Muthmaßung ist.

Da also, wenn man mit Brougham annimmt, daß der rothe Strahl stärker als der violette zurückgestoßen werde, der Fundamentalversuch desselben aus dem bekannten Reflexionsgesetze für ebene Oberflächen sich hinreichend erklären läßt: so ist, nach Herrn Prevost, nicht nöthig, von diesem Gesetze abzugehen. Und er schließt daraus, daß die farbigen Strahlen nicht ungleich reflexibel, in Brougham's Sinne, sind, und daß Newton's Reflexionsgesetz das wahre Gesetz der Natur sey.

Aus diesem Allen folgt, daß die violetten Strahlen eher, die rothen dagegen stärker zurückgeworfen werden. Beydes würde, sagt Prevost, vielleicht nicht unvereinbar seyn, selbst wenn es unter denselben Umständen Statt fände; denn es ließe sich z. B. denken, daß die Sphäre der Wirksamkeit sich für die violetten Strahlen etwas weiter als für die rothen erstreckte, für diese aber von größerer Intensität wäre. Allein es sey wesentlich hierbey zu bemerken, daß beyde Wirkungen unter sehr verschiedenen, ja selbst unter entgegengesetzten Umständen Statt fanden. Und dieses deute auf eine wichtige Ausnahme von Newton's Behauptung über die ungleiche Reflexibilität des farbigen Lichtes.

Bey den Versuchen, auf welche Newton diese Behauptung gründe, gehe die Zurückwerfung im dichtern Mittel (im Prisma) vor, werde folglich mittelst einer Anziehung bewirkt. Bey Brougham's Fundamentalversuch geschehe dagegen die Zurückwerfung im dünnern Mittel, und werde daher durch Zurückstoßung verursacht. Man sehe daher eines Theils, daß die brechbaren Strahlen, d. i. diejenigen, welche das dichtere Mittel beym Durchgehen durch dasselbe am stärksten anziehe, auch im Falle des Zurückprallens am stärksten von diesem Mittel angezogen würden; andern Theils, daß die am wenigsten brechbaren, d. h. diejenigen, welche

das dichtere Mittel beym Durchgehen am wenigsten anziehe, im Falle des Zurückprallens am stärksten abstoßen, d. h., am wenigsten angezogen würden. Daß dieses eine Ausnahme von Newton's Gesetze der ungleichen Reflexibilität zu seyn scheine, welches sich bloß auf Versuche gründe, wo die Zurückwerfung im dichtern Mittel geschahe. Ueber den zweyten Fall, nämlich die Zurückwerfung im dünnern Mittel, haben weder Newton noch ein Physiker bis auf Brougham Versuche angestellt. Und die Versuche dieses Naturforschers schienen ihn auf ein entgegengesetztes Gesetz der ungleichen Reflexibilität für diesen Fall zu deuten.

Indessen versichert Brougham, daß, als er einen weißen Lichtstrahl auf die Oberfläche einer Metallsaite unter einem Winkel von 77° 20′ habe einfallen lassen, er gefunden habe, daß die rothen Strahlen unter einem Winkel von 75° 50′, die violetten unter einem Winkel von 78° 51′ zurückgeworfen würden, so daß die Sinus des Einfalls- und dieser beyden Zurückwerfungswinkel im Verhältnisse von $77\frac{1}{2} : 77 : 78$ standen.

Nach der Behauptung des Herrn Prevost ist die Divergenz der rothen und der violetten zurückgeworfenen Strahlen entweder der Krümmung der zurückwerfenden Sphäre, oder der verschiedenen Reflexibilität der farbigen Lichtstrahlen, in Brougham's Sinne, zuzuschreiben. Im erstern Falle finde sie bey keinem ebenen Spiegel Statt, wohl aber im letztern. Denn würfen ebene Spiegel die farbigen Strahlen divergent zurück, so würden, wenn man sich von ihnen entfernte, die Gegenstände darin nicht unter ihren natürlichen Farben, sondern wie durch ein Prisma mit seinen farbigen Rändern erscheinen. Auch gestehe Brougham selbst, daß es ihm nicht gelungen sey, die farbigen Strahlen mittelst ebener Spiegelflächen von einander zu trennen. In einer andern Abhandlung hingegen drücke er sich indeß so aus, als habe er endlich die Farbenzerstörung bewirkt, ohne doch die Art, wie er sich dabey benommen, oder Versuche darüber anzuführen. Dieß bestimmte den Herrn Prevost auf Mittel

zu

zu denken, die Wirkung einer ungleichen Reflexibilität des farbigen Lichtes nach Willkür vergrößern, und viel anschaulicher machen können, als durch bloßes Entfernen vom Spiegel. Dieß bewerkstelligte er durch wiederhohlte Zurückwerfung. Fiele der weiße Strahl unter einem Winkel von 77° auf, und es betrüge der Unterschied der Sinus der Abprallungswinkel $\frac{1}{78}$ des größern: so müßten schon nach dreymahliger Reflexion die äußersten farbigen Strahlen um mehr als $\frac{1}{13}$, oder fast um $\frac{1}{12}$ dieses größern Sinus von einander entfernt seyn.

Alle seine Versuche, welche er mit gläsernen und metallenen ebenen Spiegeln anstellte, zeigten nicht den geringsten farbigen Rand, daher schließt er, daß in **Brougham's** Versuchen die ungleiche Reflexion der homogenen farbigen Lichtstrahlen keineswegs einer vorgeblich verschiedenen Reflexibilität derselben, sondern bloß der Krümmung der zurückwerfenden Fläche zuzuschreiben sey.

Ende.

Tab. I.

6.

4.

5.

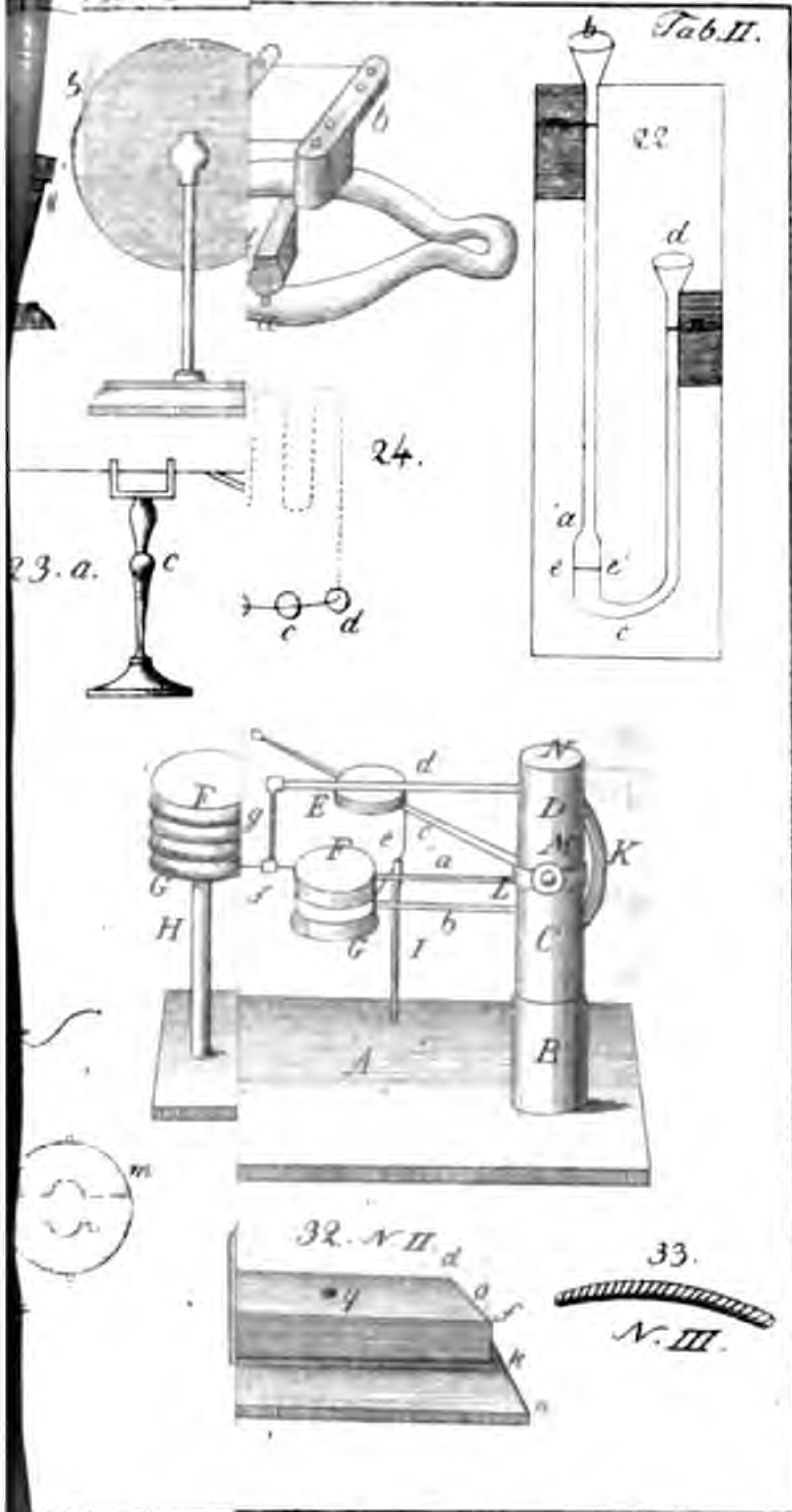
13.

14.

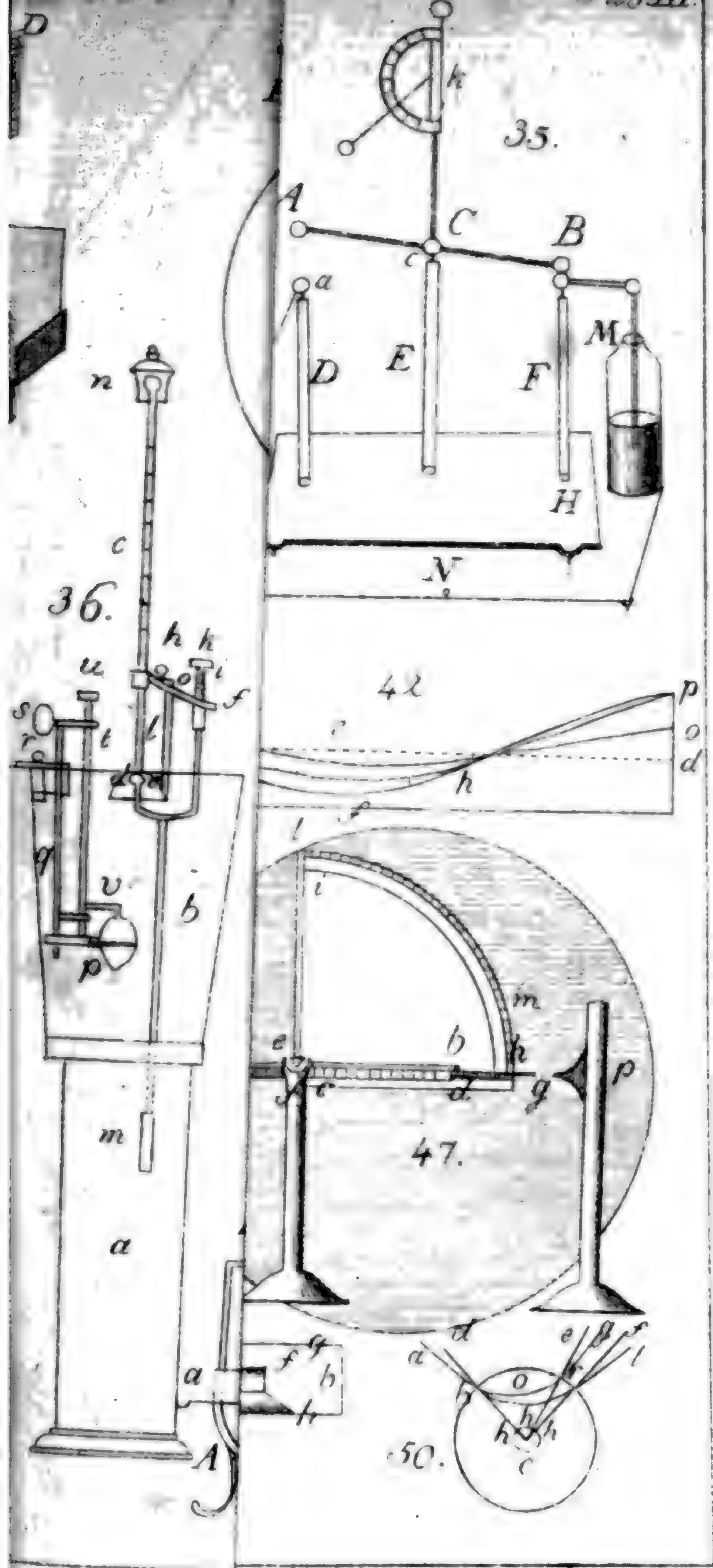
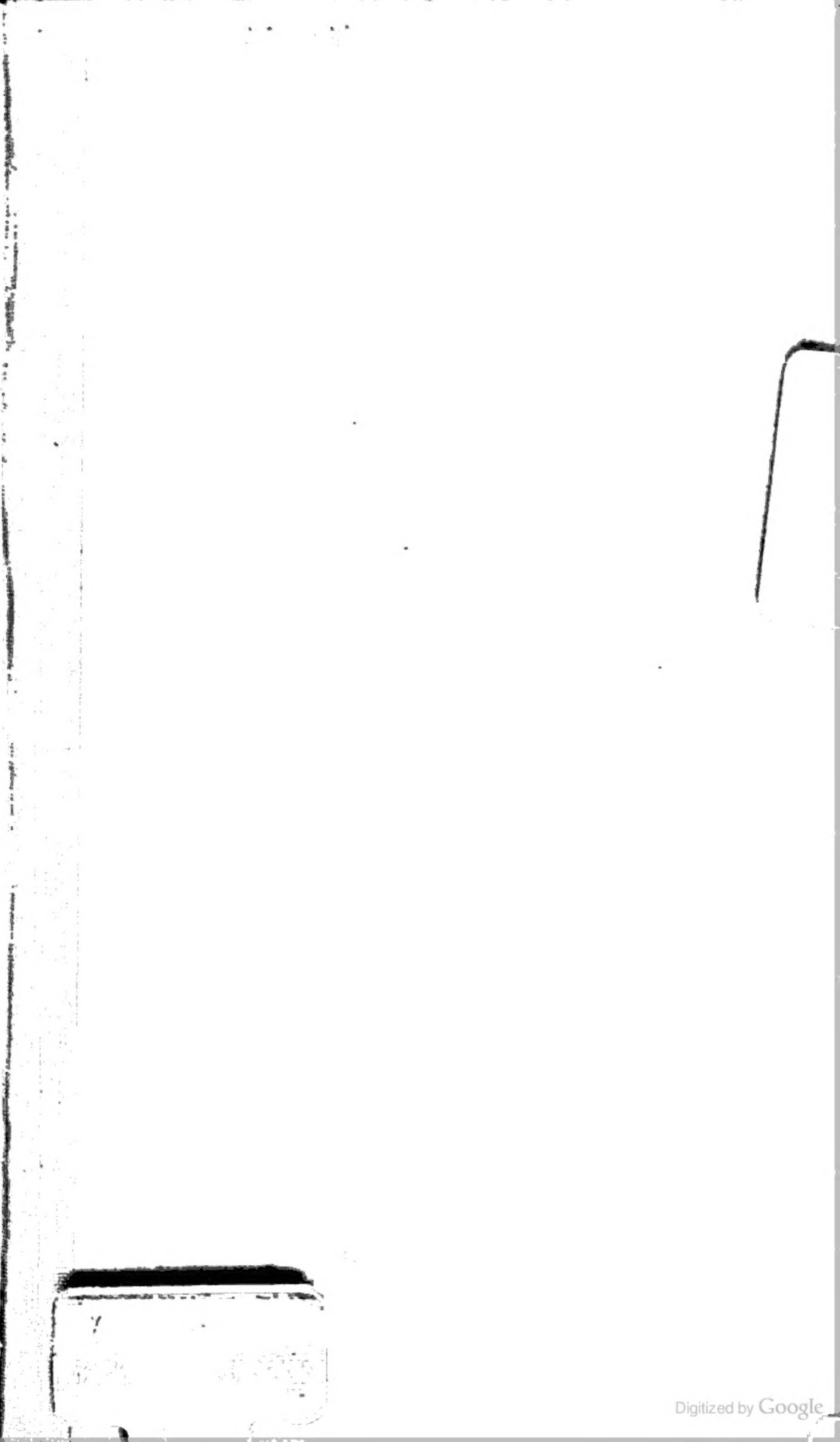
8.

9.

15.



Tab. II.
22
24.
23. a.
32. N II.
33.
N. III.



35.
A
C
B
c
a
M
D
E
F
H
N
n
c
36.
h k
u
o
i
f
S
r
t
l
q
v
b
p
m
a
A
42
p
o
d
h
l
i
m
e
b
h
p
g
47.
a
d
e
f
l
o
h
50.
c